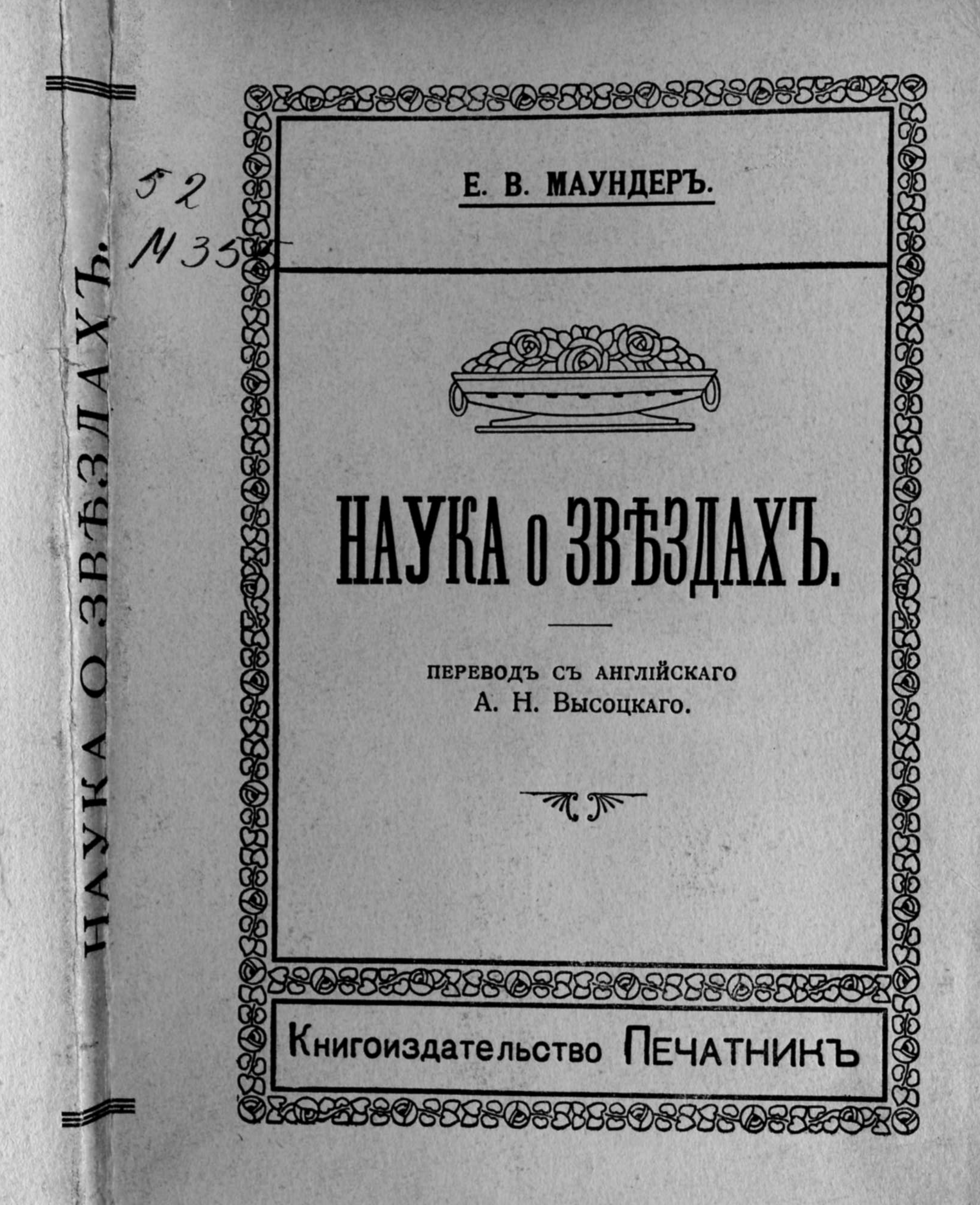
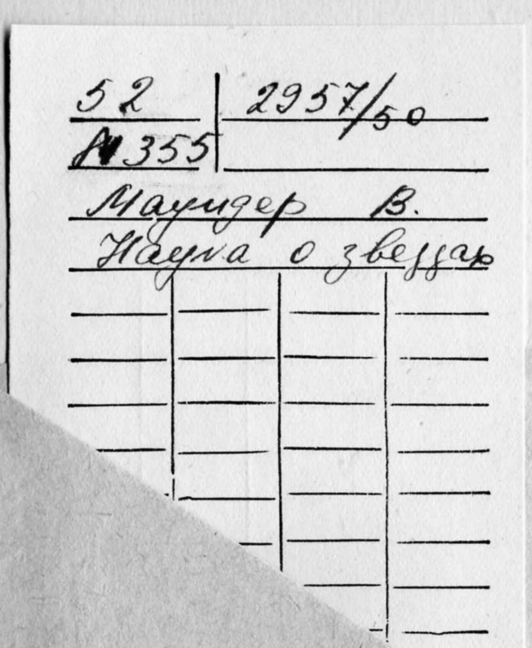


НАУКА О ЗВѢЗДАХЪ.
Е. В. МАУНДЕРЪ.
НАУКА о ЗВѢЗДАХЪ.
ПЕРЕВОДЪ СЪ АНГЛІЙСКАГО
А. Н. Высоцкаго.
Книгоиздательство ПЕЧАТНИКЪ



ВАЛЬТЕРЪ МАУНДЕРЪ.
Ассистентъ Королевской Обсерваторіи въ Гриничѣ.

НАУКА О ЗВѢЗДАХЪ.

Перевелъ съ англійскаго
А. Н. ВЫСОТСКІЙ.



Книгоиздательство «ПЕЧАТНИКЪ».

МОСКВА.—1913.
Типографія РУССКАГО ТОВАРИЩЕСТВА.
Чистые пруды, Мыльниковъ пер., соб. домъ.
Телефонъ № 18-35.

СОДЕРЖАНІЕ.

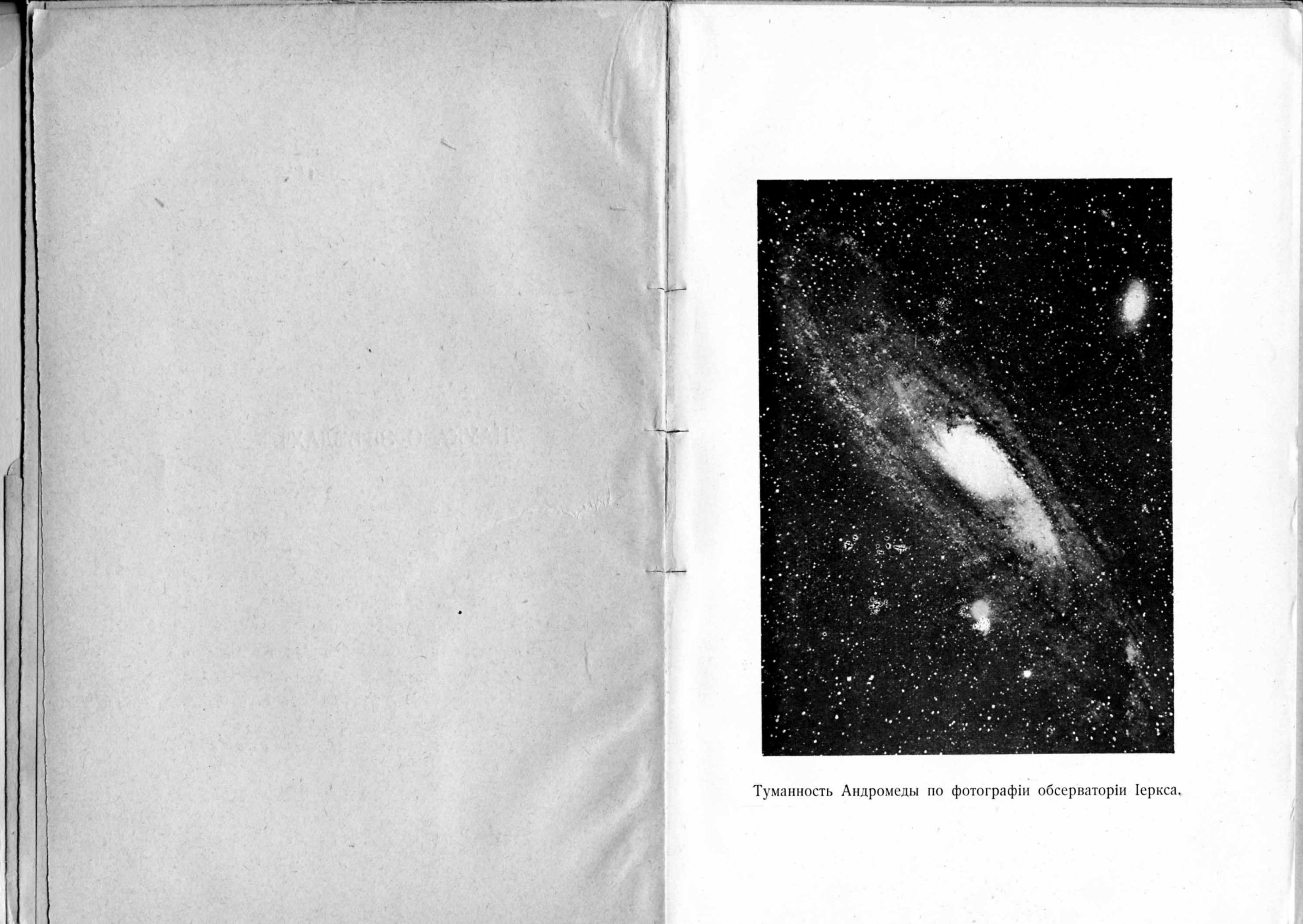
ПРЕДИСЛОВІЕ КЪ РУССКОМУ ПЕРЕВОДУ

Небольшая книжка извѣстнаго англійскаго астронома Вальтера Маундера даетъ въ сжатой и ясной формѣ очеркъ развитія и современнаго состоянія астрономіи; написанная очень простымъ языкомъ, книжка Маундера можетъ, по нашему мнѣнію, служить одною изъ первыхъ книгъ для первоначальнаго ознакомленія съ «наукой о звѣздахъ». Желая еще болѣе облегчить чтеніе предлагаемой книжки, мы снабдили ее нѣкоторымъ количествомъ чертежей и мѣстами пояснили текстъ подстрочными примѣчаніями. Мало употребительныя англійскія мѣры всюду замѣнены метрическими.

Слѣдуя примѣру англійскаго оригинала, мы прибавили въ концѣ книги краткій указатель лучшихъ русскихъ книгъ и журналовъ по астрономіи, съ цѣлью прійти на помощь тому читателю, который пожелалъ бы еще болѣе пополнить и расширить свои свѣдѣнія по астрономіи.

А. В.

НАУКА О ЗВѢЗДАХЪ.



Туманность Андромеды по фотографіи обсерваторіи Іеркса.

Глава I.

Доисторическая астрономія.

Едва ли возможно въ маленькой книжкѣ охватить съ достаточною полнотой все то, что до настоящаго времени добыто въ астрономіи. Даже для простого перечисленія результатовъ не хватило бы мѣста, а во многихъ случаяхъ такое перечисленіе было бы лишено всякаго смысла, если бы пришлось оставить въ сторонѣ выясненіе того, какимъ путемъ добыты тѣ или другіе факты. Поэтому все, что можно сдѣлать въ предѣлахъ этой книжки, это—начать изложеніе съ первыхъ моментовъ развитія астрономіи, показать читателю различные пути, по какимъ шли изслѣдованія, и дать представленіе объ общемъ характерѣ и направленіи каждаго изъ этихъ путей.

Астрономія рѣзко отличается отъ другихъ наукъ тѣмъ, что она изучаетъ предметы, къ которымъ мы не можемъ даже прикоснуться; небесныя тѣла недосягаемы, мы не можемъ подвергать ихъ какой-либо формѣ опытнаго изслѣдованія; мы не можемъ перенести небесное свѣти-

ло въ нашу лабораторію для детальнаго изслѣдованія. Мы можемъ только слѣдить за свѣтилами и ждать тѣхъ указаній, какія можетъ дать ихъ движеніе. Кромѣ того, мы тѣсно связаны съ нашей землей, а небесныя тѣла такъ отъ насъ далеки; наша жизнь такъ коротка, а они долговѣчны; можетъ, поэтому, показаться, что совершенно невозможно преодолѣть препятствія и узнать что-либо о небесныхъ свѣтилахъ.

Однако, несмотря на эти затрудненія, астрономія идетъ впереди другихъ наукъ, и наши знанія именно здѣсь наиболѣе точны и опредѣленны. Всѣ науки основаны на правильно построенныхъ наблюденіяхъ и послѣдующихъ умственныхъ разсужденіяхъ; но эти пріемы раньше, чѣмъ въ какой-либо наукѣ, получили господство въ астрономіи. Въ этомъ и заключается причина успѣшнаго развитія астрономіи, въ томъ строгомъ порядкѣ, какой она внесла въ наблюденіе и обдумываніе результатовъ. И могущество этой науки проявляется не въ томъ, что она освѣтила многія красоты природы, что намъ теперь извѣстны истинные размѣры и разстоянія небесныхъ тѣлъ, а въ преодолѣніи трудностей, которыя могутъ показаться превышающими силы человѣка. Истинное значеніе науки можно лучше выяснить краткимъ изложеніемъ нѣкоторыхъ изъ этихъ препятствій и методовъ, помогающихъ эти препятствія преодолѣть, нежели многотомными картинными описаніями или краснорѣчивыми разсужденіями.

Было время, когда человѣкъ не имѣлъ никакихъ астрономическихъ познаній, когда астрономія еще не существовала. Невозможно однако допустить, что такое состояніе продолжалось долго: наступило время, когда человѣкъ отмѣтилъ существованіе двухъ большихъ источниковъ свѣта на небѣ—болѣе яркое свѣтило давало свѣтъ днемъ, болѣе слабое ночью; кромѣ этихъ свѣтилъ были замѣчены еще звѣзды. Эти древнѣйшія наблюденія примитивной астрономіи сохранились, изложенныя самымъ простымъ языкомъ, въ первой главѣ первой книги священнаго писанія, переданнаго намъ евреями.

Это наблюденіе, что надъ нами есть тѣла, дающія свѣтъ, и что эти тѣла не одинаковы ярки, столь просто и неизбѣжно, что оно было сдѣлано, какъ только человѣкъ сталъ обладать хотя бы нѣкоторыми умственными способностями. Это наблюденіе, однажды сдѣланное, должно было вызвать цѣлый рядъ вопросовъ: Что такое эти свѣтила? Гдѣ они? Какъ далеко они находятся отъ насъ?

Много разныхъ отвѣтовъ было дано на эти вопросы въ древности. Нѣкоторые отвѣты были безразсудны; другіе, хотя казались разумными, были ошибочны; были, наконецъ, и такіе отвѣты, которые, несмотря на ошибочность, вели тѣмъ не менѣе къ открытію истины. Много было выдумано миѳовъ и легендъ, нѣкоторые изъ которыхъ необычайно красивы и интересны. Но въ нашей маленькой книгѣ можно коснуться лишь тѣхъ идей, которыя привели къ истинному рѣшенію возникшихъ вопросовъ.

Тщательныя наблюденія двухъ большихъ свѣтилъ и звѣздъ скоро показали, что они не только свѣтятъ, но и движутся, медленно, непоколебимо, безъ всякихъ перерывовъ. Звѣзды всѣ вмѣстѣ движутся подобно колоннѣ солдатъ, не мѣняя взаимныхъ положеній. Меньшее свѣтило, Луна, движется со звѣздами, и въ то же время перемѣщается среди звѣздъ. Бóльшее свѣтило, Солнце, никогда не бываетъ видимо одновременно со звѣздами; своей яркостью оно вызываетъ день, его отсутствіе производитъ ночь, и только когда Солнца нѣтъ, видны звѣзды; онѣ исчезаютъ съ неба утромъ передъ восходомъ Солнца, и появляются только послѣ того, какъ оно скроется съ глазъ вечеромъ.

Но настало время, когда стало извѣстно, что на самомъ дѣлѣ звѣзды такъ же свѣтятъ въ теченіе всего дня, какъ и ночью, и это открытіе нужно считать однимъ изъ величайшихъ и наиболѣе важныхъ изъ сдѣланныхъ когда-либо, такъ какъ это было первое открытіе явленія невидимаго. Люди постигли этотъ фактъ не вслѣдствіе прямого, непосредственнаго показанія ихъ чувствъ, а помощью размышленія и разсужденія. Мы не знаемъ, кто сдѣлалъ это открытіе, ни какъ давно оно сдѣлано, но съ того времени человѣкъ смотритъ на небо не только тѣлесными, но и духовными очами.

Изъ этого наблюденія слѣдовало, что и Солнце, подобно Лунѣ, движется не только со всѣми звѣздами, но и среди нихъ. Если бы наблюдатель въ одномъ и томъ же мѣстѣ сталъ слѣдить

за восходомъ какой-нибудь звѣзды каждую ночь, онъ замѣтилъ бы, что звѣзда всегда восходитъ на томъ же самомъ мѣстѣ; такъ же обстоитъ дѣло и съ заходомъ звѣзды. Для даннаго мѣста наблюденія направленіе, въ которомъ усматривается восходящая или заходящая звѣзда, неизмѣнно.

Не то будетъ съ Солнцемъ. Мы привыкли говорить, что Солнце восходитъ на востокѣ и заходитъ на западѣ. Но мѣсто, гдѣ восходитъ Солнце среди зимы, находится много южнѣе точки востока; среди лѣта, наоборотъ, то мѣсто, гдѣ восходитъ Солнце, находится къ сѣверу отъ точки востока. Слѣдовательно Солнце не только движется вмѣстѣ со звѣздами, но и перемѣщается среди звѣздъ. Это постепенное измѣненіе положенія Солнца на небѣ было отмѣчено многими древними народами и въ очень древнее время. Такъ, въ книгѣ Іова XXXVIII, 12, сказано:

«Въ жизни своей повелѣвалъ ли ты когда утру и указывалъ ли зарѣ мѣсто ея?»

Видимый путь Солнца за день всегда параллеленъ его пути наканунѣ и въ слѣдующій день. Когда, слѣдовательно, Солнце, восходитъ значительно южнѣе востока, оно заходитъ соотвѣтственно значительно южнѣе запада. Дневной путь Солнца тогда коротокъ, день много короче, чѣмъ ночь, въ полдень Солнце невысоко надъ горизонтомъ и даетъ немного тепла. Холодъ и темнота зимой—прямое слѣдствіе положенія Солнца. Эти условія совершенно измѣ-

няются, когда Солнце лѣтомъ восходитъ на сѣверо-востокѣ. Ночь коротка, день длинный, Солнце достигаетъ въ полдень значительной высоты на небѣ и его тепло чувствуется весьма сильно.

Итакъ, движенiе Солнца тѣсно связано съ временами года на Землѣ. Но звѣзды тоже связаны съ временами года; дѣйствительно, если мы посмотримъ на небо вечеромъ, послѣ того, какъ окончательно стемнѣетъ, мы замѣтимъ, что звѣзды, видимыя ночью зимой, не всѣ видимы лѣтомъ.

Въ сѣверной части неба есть нѣкоторое число звѣздъ, которыя видимы всегда, когда мы ни взглянемъ, въ любой часъ ночи, независимо отъ времени года. Если мы прослѣдимъ движенiе звѣздъ въ теченiе всей ночи, мы увидимъ, что все небо кажется медленно вращающимся, при чемъ оно вращается какъ одно цѣлое около одной точки, помѣщенной высоко на сѣверной сторонѣ неба, которую можно принять за конецъ невидимой оси всей небесной сферы. Благодаря этому всѣ звѣзды можно раздѣлить на два класса. Тѣ звѣзды, которыя расположены недалеко отъ невидимаго конца оси небесной сферы—близъ полюса неба, какъ мы называемъ эту точку,—движутся кругомъ этой точки по замкнутымъ кругамъ; эти звѣзды никогда не скрываются отъ нашихъ взоровъ, и даже занимая самое низкое положенiе, все же сiяютъ надъ горизонтомъ. Другiя звѣзды вращаются около той же оси по кривымъ путямъ, которые въ

дѣйствительности суть верхнiя части круговъ, нижнiя части которыхъ скрыты подъ горизонтомъ. Эти звѣзды восходятъ на восточной сторонѣ неба и заходятъ на западной, скрываясь отъ нашихъ взоровъ на большiй или меньшiй промежутокъ времени подъ горизонтомъ. Нѣкоторыя изъ этихъ звѣздъ видимы въ одно время года, другiя—въ другое; однѣ звѣзды видимы въ теченiе всей долгой зимней ночи, другiя—лишь во время короткихъ лѣтнихъ ночей. Эти различiя и ихъ связь съ временами года на Землѣ были замѣчены много лѣтъ тому назадъ. Въ книгѣ Iова, XXXVIII, 32, сказано:

«Можешь ли ты вывесть зодiакальныя созвѣздiя во время свое и Медвѣдицу съ дѣтьми ея водить?»

Знаки зодiака здѣсь взяты какъ примѣръ звѣздъ, которыя восходятъ и заходятъ, и потому имѣютъ свое время появленiя, тогда какъ сѣверныя звѣзды, которыя постоянно видимы и совершаютъ непрерывное движенiе по замкнутымъ кругамъ вокругъ полюса неба, представлены «Медвѣдицей съ ея дѣтьми».

Измѣненiя положенiя Солнца должны были привлечь вниманiе рано, такъ какъ эти измѣненiя очень тѣсно связаны съ временами года и потому непосредственно касаются жизни людей. Луна измѣняетъ свое положенiе подобно Солнцу, но эти измѣненiя уже не касаются людей непосредственно, и возможно, что на движенiе Луны обращалось менѣе вниманiя. Однако существуютъ и такiя измѣненiя Луны, которыя не могли

ускользнуть отъ вниманія людей,—это измѣненія ея формы и яркости. Такъ, если въ одинъ изъ вечеровъ замѣтить Луну тотчасъ послѣ захода Солнца, въ видѣ тонкаго серпа, низко на западномъ небѣ, то въ слѣдующіе вечера она будетъ показываться на небѣ все выше и выше, при чемъ серпъ становится шире, пока, наконецъ, на четырнадцатый день Луна не станетъ совершенно круглой. Послѣ того Луна начинаетъ уменьшаться, наконецъ совершенно исчезаетъ, съ тѣмъ, чтобы спустя двадцать девять или тридцать дней послѣ перваго наблюденія снова появиться въ лучахъ вечерней зари въ видѣ тонкаго серпика. Этотъ рядъ измѣненій давалъ людямъ важное средство для измѣренія времени; кромѣ того, въ то время, когда еще не было искусственныхъ источниковъ свѣта, лунный свѣтъ имѣлъ большое значеніе и возвращеніе той части мѣсяца, когда свѣтитъ Луна, ожидалось съ нетерпѣніемъ.

Эти первыя астрономическія наблюденія были просты, неизбѣжны и имѣли большое практическое значеніе. День, мѣсяцъ и годъ были удобными единицами измѣренія времени, а возможность опредѣлять изъ наблюденій Солнца и звѣздъ, какая часть года уже прошла, была необходима земледѣльцу, чтобы знать, когда надлежитъ ему пахать землю и сѣять.

Такія наблюденія, по всей вѣроятности, дѣлались независимо многими людьми и среди разныхъ народовъ, но наибольшій успѣхъ былъ достигнутъ въ одномъ мѣстѣ. Солнца и Луну не-

льзя перепутать, но одна звѣзда весьма похожа на другую, и въ большинствѣ случаевъ отдѣльныя звѣзды можно распознать только по ихъ взаимному расположенію. Поэтому для болѣе удобнаго распознаванія звѣздъ онѣ были соединены въ отдѣльныя группы, въ **созвѣздія**, съ которыми были связаны нѣкоторые воображаемые рисунки. Двѣнадцать изъ этихъ созвѣздій были расположены въ видѣ пояса кругомъ всего неба, отмѣчая видимый путь Солнца въ теченіе года; эти созвѣздія, такъ называемые **знаки зодіака**, соотвѣтственно воображаемымъ рисункамъ носятъ названія: Овенъ, Телецъ, Близнецы, Ракъ, Левъ, Дѣва, Вѣсы, Скорпіонъ, Стрѣлецъ, Козерогъ, Водолей и Рыбы. По всему остальному небу были распредѣлены остальныя тридцать или тридцать шесть созвѣздій, изъ которыхъ Медвѣдица—самое большое и самое яркое созвѣздіе сѣвернаго неба.

Но эти древнія созвѣздія не покрываютъ всего неба: значительная часть южнаго неба ими не занята. Это обстоятельство даетъ указаніе на то, гдѣ и когда звѣзды были окончательно раздѣлены на эти древнія группы — созвѣздія, ибо часть неба, свободная отъ созвѣздій, находилась приблизительно 4600 лѣтъ тому назадъ подъ горизонтомъ мѣста, лежащаго подъ 40-мъ градусомъ сѣверной широты.

Вполнѣ вѣроятно поэтому, что древніе астрономы, выполнившіе эту грандіозную работу, жили приблизительно за 2700 лѣтъ до Р. Х., подъ сѣверн. широтой 37° или 38°. Конечно, такая

оцѣнка можетъ быть сдѣлана лишь приблизительно, но ошибка не можетъ быть очень велика; древнія созвѣздія насчитываютъ по меньшей мѣрѣ 4000 лѣтъ, но не болѣе 5000 лѣтъ.

Все это было сдѣлано доисторическими астрономами; никакихъ записей о дѣйствительномъ выполненіи работы, ни именъ людей, создавшихъ созвѣздія, до насъ не дошло. Но изъ того факта, что знаки зодіака расположены такъ, что отмѣчаютъ годичный путь Солнца, и что число ихъ двѣнадцать—по числу двѣнадцати мѣсяцевъ въ году—вполнѣ очевидно, что тотъ, кто впервые намѣтилъ созвѣздія, уже зналъ, что звѣзды сіяютъ вблизи Солнца днемъ, и умѣлъ уже опредѣлять, рядомъ съ какими звѣздами въ данный моментъ находится Солнце.

Неизвѣстными людьми—ни имена ихъ, ни время, когда они жили, до насъ не дошли—было сдѣлано еще одно важное открытіе, упоминаемое въ единственной записи, имѣющей для насъ значеніе. Было замѣчено, что вдоль всего восточнаго горизонта, отъ сѣвера до юга, звѣзды восходятъ, а вдоль западнаго, съ юга до сѣвера, заходятъ. Это—то, что можно было непосредственно видѣть; это былъ наблюденный фактъ. Слѣдовательно нигдѣ нѣтъ препятствія движенію звѣздъ—онѣ свободно проходятъ подъ землей; земля ничѣмъ не поддерживается въ пространствѣ. Это уже былъ выводъ, сдѣланный на основаніи разсужденій, явившійся слѣдствіемъ работы мысли. Что такой выводъ уже былъ сдѣланъ очень давно, видно изъ того, что въ книгѣ Іова XXVI, 7, сказано:

«Онъ (т.-е. Богъ) распростеръ сѣверъ на пустотѣ, повѣсилъ Землю ни на чемъ».

Земля слѣдовательно виситъ, ничѣмъ не поддерживаемая, въ центрѣ огромной, усѣянной звѣздами, сферы. Какова же форма земли? Естественный и правильный отвѣтъ гласилъ, что она круглая, и мы находимъ у нѣкоторыхъ древнихъ греческихъ писателей доказательства этой мысли настолько основательныя, что до настоящаго времени нельзя желать ничего лучшаго.

Тотъ же выводъ можетъ быть сдѣланъ, кромѣ того, на основаніи простого наблюденія, что пути восходящихъ и заходящихъ звѣздъ, для даннаго мѣста наблюденія, образуютъ одинъ и тотъ же постоянный уголъ съ горизонтомъ; но если мы перемѣстимся къ сѣверу, мы замѣтимъ, что этотъ уголъ уменьшился; напротивъ, при передвиженіи къ югу найдемъ, что тотъ же уголъ увеличился. Но если Земля имѣетъ форму шара, то она должна имѣть опредѣленную величину, и ея величину можно измѣрить. Упоминавшіяся выше открытія были сдѣланы людьми, имена которыхъ утеряны, но имя перваго человѣка, измѣрившаго величину Земли, намъ извѣстно—его звали Э р а т о с ѳ е н ъ. Онъ нашелъ, что среди лѣта Солнце въ полдень свѣтитъ въ Сіенѣ (теперь Ассуанъ, въ Египтѣ) прямо сверху, какъ говорятъ, стоитъ в ъ з е н и т ѣ, но въ то же время въ Александріи оно видно на 7° къ югу отъ зенита. Отсюда онъ разсчиталъ, что Земля имѣетъ въ окружности 250,000 стадій (стадія = 606 футовъ).

Слѣдствіемъ тщательнаго наблюденія звѣздъ

явилось открытіе пяти планетъ, т.-е. блуждающихъ звѣздъ; эти свѣтила не движутся какъ одно цѣлое вмѣстѣ со всѣми звѣздами. Въ этомъ отношеніи онѣ походятъ на Солнце и Луну; и хотя онѣ слишкомъ малы, чтобы можно было замѣтить измѣненія ихъ формы, все же онѣ походятъ на Луну еще и тѣмъ, что съ теченіемъ времени мѣняютъ свою яркость. Однако, движенія планетъ много сложнѣе движеній другихъ небесныхъ тѣлъ. Солнце движется немного медленнѣе, чѣмъ звѣзды, и потому кажется перемѣщающимся среди нихъ съ запада на востокъ; Луна движется много медленнѣе, чѣмъ звѣзды, и потому ея перемѣщеніе съ запада на востокъ много замѣтнѣе смѣщенія Солнца. Но пять планетъ иногда движутся медленнѣе звѣздъ, иногда быстрѣе, а иногда съ тою же скоростью. Двѣ планеты изъ пяти, Меркурій и Венера, никогда не отходятъ далеко отъ Солнца, появляясь временами утромъ на востокѣ передъ восходомъ Солнца, или вечеромъ на западѣ послѣ захода Солнца. Меркурій тѣснѣе связанъ съ Солнцемъ и движется быстро; Венера претерпѣваетъ значительныя измѣненія яркости. Юпитеръ и Сатурнъ въ среднемъ движутся съ той же скоростью, какъ и звѣзды, при чемъ Сатурнъ возвращается къ точкѣ, противоположной Солнцу, черезъ годъ и тринадцать дней, а Юпитеръ черезъ годъ и тридцать четыре дня. Пятая планета, Марсъ, пробѣгаетъ тотъ же путь кругомъ неба въ два года пятьдесятъ дней.

Эти движенія планетъ не имѣли для человѣка такого важнаго практическаго значенія, какое имѣли движенія Солнца, Луны и звѣздъ. Было важно знать, когда будутъ лунныя ночи, или когда наступитъ то или другое время года. Но не было никакой пользы человѣку знать, когда Венера свѣтитъ всего ярче, а когда она не видна совсѣмъ. Свѣтъ Венеры совершенно безполезенъ, а возвращеніе планетъ не связано съ временами года. Тѣмъ не менѣе люди начали дѣлать правильныя наблюденія планетъ—наблюденія, которыя требовали много больше терпѣнія и настойчивости, чѣмъ наблюденія другихъ небесныхъ свѣтилъ. И нужно было много изобрѣтательности, чтобы распутать крайне сложныя и какъ-будто даже капризныя движенія планетъ.

Такія наблюденія были уже значительнымъ прогрессомъ по сравненію съ предыдущимъ, такъ какъ люди посвящали время, заботы, терпѣливое обдумываніе въ теченіе длиннаго ряда лѣтъ такому изслѣдованію, которое не обѣщало доставить имъ выгоды или какія-нибудь преимущества. А между тѣмъ въ дѣйствительности эти наблюденія принесли громадную пользу. Эта работа развивала умственныя способности человѣка; она повела къ изобрѣтенію точныхъ инструментовъ для наблюденій; она способствовала основанію математики и такимъ образомъ проложила пути всему современному механическому прогрессу. Астрономія принесла съ собой стройную систему наблюденія и стройное мышленіе.

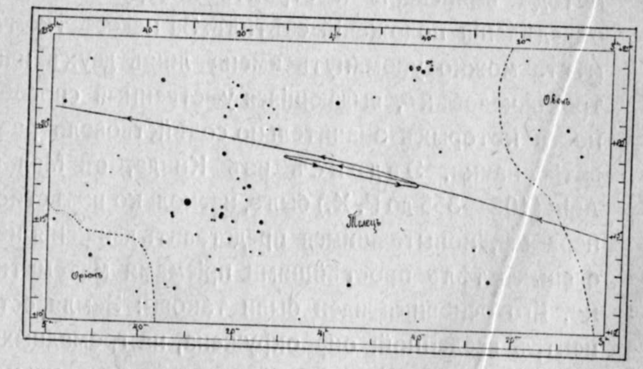
Глава II.

Астрономія до изобрѣтенія телескопа.

Итакъ, уже въ очень древнее, доисторическое время люди обладали реальными астрономическими познаніями. Были сдѣланы нѣкоторыя важныя открытія и предприняты первые шаги къ составленію списковъ неподвижныхъ звѣздъ. Нѣкоторымъ, изучавшимъ небо, хотя быть-можетъ и немногимъ, было навѣрное уже извѣстно, что земля есть круглое тѣло, свободно висящее въ пространствѣ, окруженное со всѣхъ сторонъ звѣзднымъ небомъ, по которому движутся Солнце, Луна и пять планетъ. Общій характеръ движенія Солнца былъ также извѣстенъ, а именно, что оно не только ежедневно совершаетъ свой суточный путь съ востока до запада, но обладаетъ еще нѣкоторымъ движеніемъ, направленнымъ въ обратную сторону, подъ нѣкоторымъ угломъ къ суточному пути, при чемъ это второе движеніе заканчивается въ теченіе года.

Въ собираніи этой суммы познаній, несомнѣнно, принимали участіе многіе народы. Мы не знаемъ, какому народу мы обязаны созданіемъ созвѣздій, но есть указанія, что китайцы, вавилоняне, египтяне и евреи были хорошо знакомы съ простѣйшими астрономическими фактами. Однако, на второй ступени развитія астрономіи больше всего способствовали прогрессу науки греки. Повидимому, греки были мало способны къ созданію новыхъ идей, но они обладали способностью, болѣе, чѣмъ какой-либо другой народъ, развивать и совершенствовать первобытныя представленія, полученныя ими изъ другихъ источниковъ. И съ того момента, какъ движенія небесныхъ тѣлъ привлекли вниманіе грековъ, они съ удивительнымъ искусствомъ и съ большимъ успѣхомъ приступили къ созданію теорій, объясняющихъ наблюдаемыя явленія, стали разрабатывать методы вычисленія и строить инструменты для опредѣленія положеній свѣтилъ. За недостаткомъ мѣста можно упомянуть имена лишь двухъ или трехъ человѣкъ, выдающіяся умственныя способности которыхъ значительно содѣйствовали развитію науки. Эвдоксъ изъ Книда, въ Малой Азіи (408—355 до Р. Х.) былъ, насколько извѣстно, первымъ, попытавшимся представить движенія небесныхъ тѣлъ простѣйшими пріемами математики. Его основныя идеи были таковы: Земля есть центръ вселенной; она окружена, на громадныхъ разстояніяхъ отъ насъ, нѣкоторымъ числомъ невидимыхъ прозрачныхъ сферъ. Каждая такая сфера вращается совершенно равномѣрно, но скорость вращенія различна для разныхъ сферъ. Одна сфера несетъ звѣзды и вращается съ востока на западъ въ 23 часа 56 мин. Солнце помѣщено на сферѣ, вращающейся съ запада на востокъ въ теченіе года, но полюсы этой сферы скрѣплены съ другой сферой, вращающейся такъ же, какъ и сфера звѣздъ. Этимъ объясняется то обстоятельство, что эклиптика—такъ называется видимый путь Солнца среди звѣздъ—наклонена на $23^1/_2{}^0$ къ экватору неба, благодаря чему Солнце среди лѣта

находится на $23\frac{1}{2}^0$ къ сѣверу отъ экватора, а среди зимы—на столько же къ югу; полюсы сферы Солнца удалены отъ полюсовъ звѣздной сферы тоже на $23\frac{1}{2}^0$. Луна имѣла три сферы: полюсы первой сферы, на которой помѣщалась Луна, отстоятъ на 5^0 отъ полюсовъ сферы, подобной сферѣ Солнца, которая вращается въ 27 дней; эта послѣдняя связана со сферой звѣздъ. Та сфера, на которой была помѣщена Луна, была нужна



Черт. 1. Путь планеты Сатурнъ среди звѣздъ въ 1912—1913 гг.

для объясненія колебательнаго движенія Луны около эклиптики, такъ какъ Луна бываетъ то сѣвернѣе, то южнѣе эклиптики на 5^0. Движенія планетъ было труднѣе представить вращеніемъ сферъ, такъ какъ планеты не только движутся, подобно звѣздамъ, съ востока на западъ, и подобно Солнцу и Лунѣ, съ запада на востокъ по эклиптикѣ, но еще отъ времени до времени эти свѣтила поворачиваютъ по эклиптикѣ назадъ и движутся такъ называемымъ п о п я т н ы м ъ д в и-

ж е н і е м ъ (см. черт. 1). Однако, введеніе третьей и четвертой сферы оказалось достаточнымъ для удовлетворительнаго объясненія движенія планетъ. Всѣхъ сферъ такимъ образомъ было введено двадцать семь—по четыре для пяти планетъ, три для Луны, три для Солнца (включая одну сферу, не упомянутую выше) и одна для звѣздъ. Эти сферы однако не считались реальными, сдѣланными изъ какого-либо твердаго матеріала; вся теорія была лишь средствомъ для того, чтобы представить наблюдаемыя движенія небесныхъ тѣлъ нѣсколькими равномѣрными движеніями по концентрическимъ кругамъ. Но допущеніе, что каждое небесное тѣло движется равномѣрно по своему пути, противорѣчило фактамъ. Достаточно взглянуть въ современный календарь, чтобы убѣдиться въ томъ, что Солнце движется неравномѣрно. Такъ въ 1910—1911 годахъ солнцестоянія и равноденствія распредѣлялись такъ [1]):

		Промежутокъ времени
Зимнее солнцестояніе	1910 дек. 22 5 час. 12 мин. пополудни	
		89 дн. 0 ч. 42 м.
Весеннее равноденствіе	1911 марта 21 5 час. 54 м. пополудни	
		92 дн. 19 ч. 41 м.
Лѣтнее солнцестояніе	1911 іюнь 22 1 ч. 35 м. пополудни	
		93 дн. 14 ч. 43 м.
Осеннее равноденствіе	1911 сент. 24 4 ч. 18 м. пополуночи.	
		89 дн. 18 ч. 36 м.
Зимнее солнцестояніе	1911 дек. 22 10 ч. 54 м. пополудни	

[1]) Стиль здѣсь и всюду далѣе новый. *Примѣч. переводчика.*

Такимъ образомъ зима и осень короче весны и лѣта; Солнце движется много быстрѣе по южной половинѣ своей орбиты, чѣмъ по сѣверной.

Движеніе Луны еще болѣе неправильно, какъ это можно видѣть, выписавъ изъ календаря время новолунія и полнолунія:

Новолуніе			Промежутокъ времени до полнолунія		
1910 дек. 1	9 ч.	10.7 м. пд.	14 дн.	13 ч.	54.4 м.
„ „ 31	4 „	21.2 „ „	14 „	6 „	4.8 „
1911 янв. 30	9 „	44.7 „ пн.	14 „	0 „	52.8 „
„ мар. 1	0 „	31.1 „ „	13 „	23 „	27.4 „
„ „ 30	0 „	37.8 „ пд.	14 „	1 „	58.8 „
„ апр. 28	10 „	25.0 „ „	14 „	7 „	44.7 „
„ май 28	6 „	24.4 „ пн.	14 „	15 „	26.3 „
„ іюнь 26	1 „	19.7 „ пд.	14 „	23 „	33.7 „
„ іюль 25	8 „	12.0 „ „	15 „	6 „	42.7 „
„ авг. 24	4 „	14.3 „ пн.	15 „	11 „	42.4 „
„ сен. 22	2 „	37.4 „ пд.	15 „	13 „	33.7 „
„ окт. 22	4 „	9.3 „ пн.	15 „	11 „	38.8 „
„ ноя. 20	8 „	49.4 „ пд.	15 „	6 „	2.5 „
„ дек. 20	3 „	40.3 „ „	14 „	21 „	49.4 „

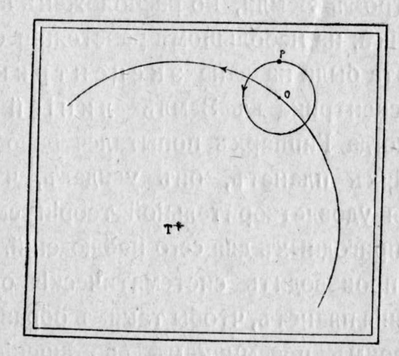
Полнолуніе			Промежутокъ времени до новолунія		
1910 дек. 16	11 ч.	5.1 м. пн.	15 дн.	5 ч.	16.1 м.
1911 янв. 14	10 „	26.0 „ пд.	15 „	11 „	18.7 „
„ фев. 13	10 „	37.5 „ пн.	15 „	13 „	53.6 „
„ мар. 14	11 „	58.5 „ пд.	15 „	12 „	39.3 „
„ апр. 13	2 „	36.6 „ „	15 „	7 „	48.4 „
„ май 13	6 „	9.7 „ пн.	15 „	0 „	14.7 „
„ іюнь 11	9 „	50.7 „ пд.	14 „	15 „	29.0 „
„ іюль 11	0 „	53.4 „ „	14 „	7 „	18.6 „
„ авг. 10	2 „	54.7 „ пн.	14 „	1 „	19.6 „
„ сент. 8	3 „	56.7 „ пд.	13 „	22 „	40.7 „
„ окт. 8	4 „	11.1 „ пн.	13 „	23 „	58.2 „
„ ноя. 6	3 „	48.1 „ пд.	14 „	5 „	1.3 „
„ дек. 6	2 „	51.9 „ пн.	14 „	12 „	48.4 „
1912 янв. 4	1 „	29.7 „ пд.	14 „	21 „	40.3 „

Астрономъ, занявшійся этими трудными проблемами, былъ Гиппархъ (около 190—120 годовъ до Р. Х.), родившійся въ Никеѣ, въ Виѳиніи, но сдѣлавшій большую часть своихъ наблюденій на островѣ Родосѣ. Онъ пытался объяснить указанныя неправильности движенія Солнца и Луны предположеніемъ, что хотя эти тѣла въ дѣйствительности движутся по своимъ орбитамъ равномѣрно, однако центръ ихъ орбитъ не совпадаетъ съ центромъ Земли, но расположенъ въ нѣкоторой точкѣ, на небольшомъ разстояніи отъ Земли. Точка эта была названа эксцентрикъ, а линія отъ эксцентрика къ Землѣ—линіей апсидъ.

Но когда Гиппархъ попытался разобраться въ движеніяхъ планетъ, онъ увидалъ, что для построенія удовлетворительной теоріи ему не хватаетъ пригодныхъ для сего наблюденій. Тогда онъ сталъ производить систематическія опредѣленія положенія планетъ, чтобы такимъ образомъ облегчить своимъ преемникамъ разрѣшеніе задачи о движеніи планетъ.

Великимъ преемникомъ Гиппарха былъ Клавдій Птолемей изъ Александріи, производившій астрономическія наблюденія съ 127 г. по 150 годъ послѣ Р. Х. Это, однако, былъ не столько наблюдатель, сколько выдающійся математикъ; онъ детально разработалъ схему, посредствомъ которой было возможно съ достаточной точностью представить движенія планетъ. Система Птолемея отличается крайней сложностью, но ея основныя идеи все же могутъ быть здѣсь изложены. Сдѣлаемъ предположеніе, что планета движется кру-

гомъ Земли равномѣрно по окружности, и попробуемъ вычислить на основаніи нашего предположенія мѣста планеты на небѣ для нѣкоторыхъ опредѣленныхъ моментовъ времени; мы увидимъ, что планета постепенно будетъ все дальше и дальше уходить впередъ отъ предвычисленныхъ мѣстъ. Эта разность наблюдаемаго и вычисленнаго положенія планеты съ теченіемъ времени достигнетъ наибольшаго значенія и начнетъ за-



Черт. 2. Теорія Птолемея.

Планета P движется по малому кругу, эпициклу, центръ котораго движется по большому кругу; въ точкѣ T стоитъ земля.

тѣмъ уменьшаться, пока ошибка нашего вычисленія не исчезнетъ окончательно. Послѣ этого ошибка начнетъ возрастать въ другую сторону, увеличиваясь до максимума и снова уменьшаясь до нуля. Такой ходъ дѣла можно измѣнить, предположивъ, что планета движется не по тому кругу, центръ котораго есть Земля, а по эпициклу, т.-е. по кругу, центръ котораго перемѣщается по первому кругу (см. черт. 2). Выбирая соотвѣт-

ственнымъ образомъ размѣры эпицикла и время обращенія по нему планеты, можно хорошо выровнять получавшіяся ошибки вычисленія. Но все же останутся небольшія ошибки, имѣющія свои собственные періоды, что, въ свою очередь, можно исправить, вводя второй эпициклъ, перемѣщающійся по первому, третій, движущійся по второму, и такъ далѣе.

Система Птолемея была въ дѣйствительности гораздо сложнѣе той краткой схемы, которую мы только что намѣтили, но здѣсь нѣтъ возможности изложить что-либо, кромѣ общихъ принциповъ, на которыхъ эта система была основана; точно такъ же приходится оставить въ сторонѣ много другихъ системъ, какія были выдвинуты въ теченіе пяти столѣтій со временъ Эвдокса и до Птолемея. Необходимо лишь обратить вниманіе на одно обстоятельство: въ основѣ всѣхъ системъ лежитъ одно и то же допущеніе, имѣвшее фундаментальное значеніе для всей науки,—допущеніе, что одинаковыя причины должны вызывать одинаковыя послѣдствія. Было вполнѣ очевидно для древнихъ астрономовъ, что всѣ звѣзды—иными словами, огромное большинство небесныхъ свѣтилъ—движутся вокругъ земли по кругамъ съ полной равномѣрностью, и казался неизбѣжнымъ выводъ, что если одно тѣло движется вокругъ другого по кругу, то оно и должно всегда такъ двигаться. Ибо, если обращающееся тѣло подойдетъ ближе къ центру въ одинъ моментъ времени и отойдетъ дальше въ другой, если оно будетъ двигаться то быстрѣе,

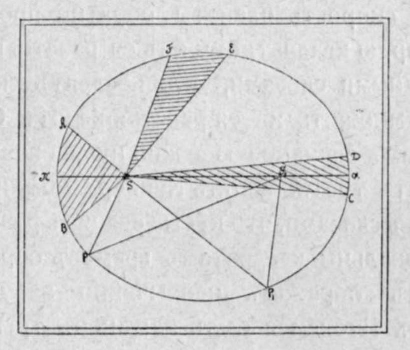
то медленнѣе, то какъ-будто при неизмѣнности причины получаются разныя слѣдствія. Нѣкоторая запутанность, вызванная нагроможденіемъ одного эпицикла на другой, казалась болѣе допустимой, нежели нарушеніе великаго основного принципа о совершенномъ однообразіи дѣйствующихъ силъ природы.

Болѣе, чѣмъ 1300 лѣтъ система Птолемея не имѣла серьезныхъ соперниковъ, и слѣдующее выдающееся имя, которое необходимо отмѣтить— это Коперникъ (1473 — 1543). Коперникъ былъ каноникомъ въ Фрауенбургѣ и велъ спокойную уединенную жизнь, занимаясь науками. Большое сочиненіе, сдѣлавшее имя Коперника безсмертнымъ: «Объ обращеніи небесныхъ круговъ (De Revolutionibus)», явилось въ результатѣ многолѣтнихъ размышленій и упорнаго труда и было напечатано только ко дню его смерти. Этимъ трудомъ Коперникъ показалъ, что онъ принадлежалъ къ числу тѣхъ великихъ умовъ, которые могутъ видѣть далѣе наблюдаемыхъ явленій и проникаютъ въ самую сущность происходящаго. Коперникъ установилъ, что наблюдаемыя явленія останутся такими же, допустимъ ли мы, что весь небесный сводъ со звѣздами вращается съ востока на западъ въ двадцать четыре часа около неподвижной Земли, или что Земля вращается съ запада на востокъ въ центрѣ звѣздной сферы; а такъ какъ звѣзды находятся отъ насъ на огромныхъ разстояніяхъ, послѣднее допущеніе гораздо проще. Распространяя эту мысль о движеніи Земли далѣе, можно сдѣлать предположеніе, что не Солнце движется кругомъ неподвижной Земли въ теченіе года, а Земля обращается кругомъ неподвижнаго Солнца, что сразу необычайно упрощаетъ объясненіе планетныхъ движеній. Разумность подобнаго допущенія становится вполнѣ очевидной, если обратить вн маніе на то, что Меркурій и Венера бываютъ видны то съ одной стороны Солнца, то съ другой, и никогда не удаляются значительно отъ Солнца; ихъ орбиты расположены внутри орбиты Земли. Попятныя движенія планетъ тоже получили объясненіе: планеты, въ томъ числѣ и Земля, движутся по орбитамъ разныхъ размѣровъ, при чемъ внѣшнія планеты заканчиваютъ свое обращеніе въ теченіе болѣе долгаго времени, нежели внутреннія; поэтому Земля движется медленнѣе двухъ внутреннихъ планетъ, но обгоняетъ три внѣшнихъ планеты; эпициклы Птолемея потеряли свое главное значеніе, и согласно новой теоріи планеты непрерывно движутся въ одномъ и томъ же направленіи кругомъ Солнца. Но все же движеніе планеты нельзя представить равномѣрнымъ обращеніемъ по одному кругу, и Коперникъ долженъ былъ сохранить эпициклы для учета оставшихся неправильностей въ планетныхъ движеніяхъ кругомъ Солнца. Лишивъ Землю ея положенія въ центрѣ вселенной, нужно было принести еще одну жертву: нужно было отбросить принципъ равномѣрнаго движенія по кругу, тотъ принципъ, который всегда казался необходимымъ и неизбѣжнымъ.

Наступило время, когда инструменты для из-

мѣренія положеній звѣздъ и планетъ были значительно улучшены, чему особенно много способствовалъ Тихо Браге (1546—1601), датчанинъ знатнаго происхожденія, который былъ однимъ изъ самыхъ искусныхъ и старательныхъ наблюдателей. Его наблюденія позволили его другу и ученику Іоганну Кеплеру (1571—1630), подвергнуть планетныя движенія такому детальному изслѣдованію, какое было невозможно до того времени. Кеплеръ доказалъ, что Солнце находится въ плоскости орбиты каждой планеты и стоитъ на линіи апсидъ, т.-е. на линіи, соединяющей самую близкую къ Солнцу и самую далекую точки орбиты. Копернику это не было извѣстно, но открытія Кеплера значительно укрѣпили теорію Коперника. Въ теченіе ряда лѣтъ Кеплеръ перепробовалъ одинъ способъ за другимъ, чтобы найти такую комбинацію круговыхъ движеній, которая достаточно удовлетворительно представляла бы наблюдаемыя движенія планетъ; наконецъ, онъ отбросилъ кругъ и перешелъ къ другимъ кривымъ — къ овалу и эллипсу. Какъ извѣстно, кругъ обладаетъ тѣмъ свойствомъ, что всѣ его точки находятся на одинаковомъ разстояніи отъ центра; эллипсъ обладаетъ тѣмъ свойствомъ, что внутри его есть двѣ точки, такъ называемые фокусы, при чемъ сумма разстояній любой точки эллипса отъ его фокусовъ есть величина постоянная для всѣхъ точекъ эллипса (см. черт. 3). Если два фокуса очень удалены другъ отъ друга, то эллипсъ будетъ очень узкимъ и вытянутымъ; если фокусы близки одинъ

къ другому, эллипсъ мало отличается отъ круга; если мы представимъ себѣ, что два фокуса совпали и слились въ одинъ, то эллипсъ превратится въ кругъ. Когда Кеплеръ ввелъ движеніе планеты по эллипсу вмѣсто движенія по кругу, онъ нашелъ, что такимъ образомъ можно совершенно правильно представить движенія всѣхъ планетъ, не пользуясь эпициклами; кромѣ того



Черт. 3. Основное свойство эллипса; второй законъ Кеплера.

Точки S и S_1—фокусы эллипса; такъ какъ сумма разстояній любой точки эллипса отъ его фокусовъ есть величина постоянная, то $SP + S_1P = SP_1 + S_1P_1$.

Въ точкѣ S находится Солнце; планета пробѣгаетъ дуги AB, CD, EF въ одинаковые промежутки времени; площади ASB, CSD, ESF равновелики.

оказалось, что Солнце всегда занимаетъ одинъ изъ двухъ фокусовъ орбиты. Наконецъ Кеплеръ доказалъ, что планета движется по эллипсу неравномѣрно, но движеніе регулируется по такому закону, что прямая линія, соединяющая планету съ Солнцемъ, такъ называемый радіусъ-векторъ, пробѣгаетъ равныя площади въ равныя промежутки времени (см. черт. 3).

Эти два открытія извѣстны подъ названіемъ перваго и второго законовъ Кеплера. Третій законъ Кеплера связываетъ между собою движенія всѣхъ планетъ. Было давно извѣстно, что внѣшнія планеты не только требуютъ больше времени, чтобы обойти кругомъ Солнца, но дѣйствительно обладаютъ меньшею скоростью движенія, чѣмъ планеты внутреннія. Кеплеръ нашелъ, что истинная скорость планеты обратно пропорціональна корню квадратному изъ ея разстоянія отъ Солнца; иными словами, если квадратъ скорости планеты умножить на ея разстояніе отъ Солнца, мы получимъ одинаковую величину для всѣхъ планетъ. Этотъ третій законъ Кеплера обыкновенно выражаютъ словами, что кубы среднихъ разстояній пропорціональны квадратамъ временъ обращеній.

Такимъ образомъ необычайно запутанный механизмъ Птолемея былъ замѣненъ тремя простыми законами, которыми можно было гораздо лучше представить наблюдаемое движеніе планетъ, нежели какимъ бы то ни было усовершенствованіемъ системы Птолемея. О своемъ открытіи третьяго закона Кеплеръ писалъ: «Книга написана, чтобы ее прочли теперь или когда-нибудь послѣ,— я не забочусь объ этомъ; пусть она ждетъ читателя хотя бы сто лѣтъ—ждалъ же Господь Богъ появленія наблюдателя 6000 лѣтъ». Двадцать лѣтъ спустя послѣ смерти Кеплера въ день Рождества 1642 года, близъ Грантама, въ Линкольнширѣ (въ Англіи), родился предсказанный Кеплеромъ «читатель». Истинный смыслъ законовъ Кеплера былъ выясненъ Исаакомъ Ньютономъ.

Глава III.

Законъ всемірнаго тяготѣнія.

Основной принципъ системы Птолемея, хотя и невыраженный ясно, былъ тотъ же самый, который лежитъ въ основѣ всякаго знанія; это— идея, что одинаковыя причины всегда вызываютъ одинаковыя слѣдствія. Древнимъ астрономамъ казалось, что на основаніи этого принципа не должно быть иныхъ планетныхъ движеній, кромѣ равномѣрнаго движенія по кругу. Они думали, что если бы существовала сила, стремящаяся измѣнить разстояніе планеты отъ центра движенія, то неизбѣжно, рано или поздно планета или пришла бы въ центръ движенія, или ушла бы отъ него на безконечное разстояніе. Если же такой силы нѣтъ, то разстояніе планеты отъ центра должно оставаться неизмѣннымъ, и если планета движется, она должна двигаться по кругу, притомъ двигаться равномѣрно, потому что нѣтъ силы, ускоряющей или замедляющей движеніе. Равномѣрное движеніе по кругу казалось закономъ природы.

Но всѣ подобныя системы, какъ бы онѣ ни казались логичными и неизбѣжными, должны были отступить передъ натискомъ наблюдаемыхъ въ дѣйствительности явленій. Самымъ крупнымъ примѣромъ равномѣрнаго кругового движенія было суточное вращеніе звѣзднаго неба; но оказалось, что это лишь кажущееся явленіе, слѣдствіе вращенія Земли. Планеты обращаются кру-

гомъ Солнца, но Солнце не стоитъ въ центрѣ движеній; планеты движутся не по кругамъ, а по эллипсамъ, притомъ не равномѣрно, но со скоростью, которая уменьшается съ увеличеніемъ разстоянія отъ Солнца. Явилась, слѣдовательно, потребность совершенно пересмотрѣть принципы, на которыхъ было основано ученіе о движеніи.

Ошибка древнихъ заключалась въ томъ, что, по ихъ мнѣнію, непрерывное движеніе возможно лишь при постоянномъ воздѣйствіи силы. Они замѣтили, что катящійся шаръ рано или поздно останавливается, маятникъ, пущенный въ движеніе, качается въ теченіе нѣкотораго времени, но потомъ все же остановится. При этомъ тѣ силы, которыя прекращаютъ движеніе, именно силы тренія о почву, воздухъ и тому подобное, не бросались въ глаза и потому остались незамѣченными.

Ньютонъ прежде всего твердо установилъ, при какихъ условіяхъ происходитъ движеніе. Тѣло, однажды приведенное въ движеніе и не подверженное вліянію какихъ-либо силъ, будетъ непрерывно двигаться по прямой линіи съ одной и той же скоростью, въ теченіе какого угодно времени. Не требуется никакой силы, чтобы поддерживать такое движеніе. Если произошло какое-нибудь измѣненіе скорости или направленія движенія, это измѣненіе вызвано дѣйствіемъ нѣкоторой силы. Этотъ принципъ, что движущееся тѣло, не подверженное дѣйствію силъ, будетъ двигаться равномѣрно и прямолинейно, составляетъ **первый законъ Ньютона**. Его **второй законъ** гласитъ, что если сила дѣйствуетъ на движущееся тѣло, она вызываетъ измѣненіе движенія, пропорціональное приложенной силѣ и направленное по силѣ. **Третій законъ Ньютона** устанавливаетъ, что если одно тѣло дѣйствуетъ съ нѣкоторой силой на другое, то и это второе тѣло дѣйствуетъ на первое съ той же силой. Задача о движеніи планетъ заключается не въ томъ, чтобы рѣшить, что заставляетъ планеты двигаться, но чтобы вывести, какая сила отклоняетъ движеніе отъ прямолинейнаго и притомъ отклоняетъ на разную величину. Было вполнѣ очевидно послѣ работъ Кеплера, что сила, совлекающая планеты съ прямолинейнаго пути, заключена въ Солнцѣ. Факты, установленные Кеплеромъ, съ несомнѣнностью указывали на это: плоскости орбитъ всѣхъ планетъ проходятъ черезъ Солнце, которое всегда занимаетъ одинъ изъ фокусовъ орбиты; прямая линія, соединяющая Солнце и планету, пробѣгаетъ равныя площади въ равные промежутки времени. Но величина уклоненія отъ прямолинейнаго пути очень различна для разныхъ планетъ. Такъ напр., орбита Меркурія меньше орбиты Земли и онъ пробѣгаетъ свой путь въ болѣе короткій промежутокъ времени, такъ что разстояніе, на какое уклоняется движеніе Меркурія отъ прямолинейнаго за одинъ часъ, гораздо больше того же уклоненія въ движеніи Земли. Въ теченіе часа Меркурій падаетъ къ Солнцу приблизительно на 256 километровъ, въ то время какъ Земля

лишь на 38.5 километровъ. Сила, которая тянетъ Меркурій къ Солнцу, слѣдовательно въ 6.66 разъ больше силы, дѣйствующей на Землю; но $6.66 = 2.58 \times 2.58 = (2.58)^2$, а Земля въ 2.58 раза дальше отъ Солнца, чѣмъ Меркурій. Совершенно такъ же паденіе Юпитера къ Солнцу въ теченіе часа равно 1.42 килом., т.-е. сила, влекущая Землю, въ 27 разъ больше силы, влекущей Юпитера, а $27 = (5.2)^2$, и Юпитеръ въ 5.2 раза дальше отъ Солнца, чѣмъ Земля. Такъ же обстоитъ дѣло и съ другими планетами. Слѣдовательно, сила, заставляющая планеты уклоняться отъ прямолинейнаго равномѣрнаго движенія и обращаться кругомъ Солнца, измѣняется обратно пропорціонально квадрату разстоянія.

Но Солнце—не единственное притягивающее тѣло, извѣстное намъ. Старая система Птолемея была вѣрна въ одномъ пунктѣ: Земля есть центръ движенія Луны, которая обращается вокругъ нея на среднемъ разстояніи 384 200 килом. съ періодомъ въ 27 дней 7 час. 43 мин. Окружность лунной орбиты есть 2 414 224 килом. и длина прямого пути, который Луна прошла бы, если бы не притягивалась Землей, равна 4551 километру. На такомъ разстояніи уклоненіе круга отъ прямой по истеченіи секунды равно 0.001362 метра, а изъ опыта мы знаемъ, что камень, пущенный съ высоты 4.902 метра, упадетъ на землю точно черезъ одну секунду. Слѣдовательно, сила, притягивающая камень къ Землѣ, въ 3601 разъ больше силы притяженія Луны. Но камень находится на разстояніи 0.004902 километра отъ поверхности Земли, тогда какъ Луна удалена на 384200 килом., т.-е. болѣе, чѣмъ въ 78 милліоновъ разъ дальше. А слѣдовательно сила тяготѣнія какъ будто не уменьшилась пропорціонально увеличенію разстоянія во всякомъ случаѣ не въ обратной пропорціональности квадрату разстоянія.

Но Ньютонъ доказалъ, что шаръ равномѣрной плотности или составленный изъ ряда концентрическихъ однородныхъ слоевъ притягиваетъ всякое другое тѣло такъ, какъ если бы вся его масса была сосредоточена въ его центрѣ. А потому разстояніе камня нужно мѣрить не отъ поверхности Земли, а отъ ея центра; другими словами, мы должны разсматривать камень, какъ если бы онъ былъ удаленъ отъ Земли не на 4.9 метра, а на 6377 километровъ. Такое разстояніе есть почти точно одна шестидесятая часть разстоянія Луны, а $60^2 = 60 \times 60 = 3600$. Слѣдовательно, Земля тянетъ Луну съ силой, обратно пропорціональной квадрату разстоянія.

Книга Кеплера нашла своего читателя. Три закона Кеплера являются слѣдствіемъ великаго открытія Ньютона, что планеты движутся подъ дѣйствіемъ силы, заключенной въ Солнцѣ и измѣняющейся обратно пропорціонально квадратамъ разстояній. Однако, работы Ньютона пошли гораздо дальше, такъ какъ онъ показалъ, что тотъ же законъ управляетъ и движеніемъ Луны около Земли, и движеніями спутниковъ, обращающихся около различныхъ планетъ, и паденіемъ тѣлъ на Землѣ. Законъ Ньютона распростра-

няется на всю солнечную систему; онъ имѣетъ всемірное значеніе. Каждая частица матеріи во вселенной притягиваетъ всякую другую частицу съ силой, измѣняющейся обратно пропорціонально квадрату разстоянія между ними и прямо пропорціонально произведенію массъ этихъ двухъ частицъ.

Ньютонъ далѣе доказалъ, что если тѣло, двигающееся въ пространствѣ съ нѣкоторой определенной скоростью, подвергнется дѣйствію силы, подобной силѣ тяготѣнія, обратно пропорціональной квадрату разстоянія, то это тѣло должно будетъ двигаться по эллипсу или по кривой, весьма сходной съ эллипсомъ.

Эти кривыя извѣстны подъ названіемъ коническихъ сѣченій, т.-е. эти кривыя получаются при пересѣченіи конуса плоскостью по разнымъ направленіямъ. Объ этихъ сѣченіяхъ легко можно получить представленіе такимъ образомъ. Возьмемъ сильный источникъ свѣта и пропустимъ свѣтъ чрезъ небольшое отверстіе; если теперь мы помѣстимъ экранъ точно подъ прямымъ угломъ поперекъ пучка свѣта, мы увидимъ на экранѣ свѣтлый кругъ. Если мы теперь будемъ поворачивать экранъ, наклоняя его къ оси пучка свѣта, то кругъ вытянется въ одномъ направленіи, и мы получимъ эллипсъ. Если будемъ поворачивать экранъ дальше, эллипсъ все будетъ болѣе и болѣе вытягиваться, и когда наконецъ экранъ станетъ параллельнымъ одному изъ краевъ пучка, у эллипса останется только

одинъ конецъ, а другой уйдетъ въ безконечность; вѣдь вполнѣ очевидно, что тотъ лучъ пучка свѣта, который параллеленъ экрану, никогда не встрѣтитъ экрана. Кривая, которая видна при этомъ на экранѣ, есть парабола; если мы будемъ дальше поворачивать экранъ, то границы свѣта на экранѣ разойдутся еще болѣе, и мы получимъ послѣднюю кривую — гиперболу. Тѣла, двигающіяся подъ вліяніемъ тяготѣнія, могутъ двигаться только по одной изъ четырехъ кривыхъ—по кругу, эллипсу, параболѣ или гиперболѣ,—но только кругъ и эллипсъ суть замкнутыя кривыя. Частица, двигающаяся по параболѣ или гиперболѣ, только одинъ разъ приблизится къ притягивающему тѣлу, а потомъ все время будетъ отъ него удаляться. Такъ какъ кругъ и парабола являются двумя предѣлами эллипса,— два фокуса сливаются въ одинъ въ кругѣ и расходятся на безконечное разстояніе одинъ отъ другого въ параболѣ,—то мы можемъ разсматривать всѣ орбиты тѣлъ, двигающихся подъ вліяніемъ тяготѣнія, какъ эллипсы той или другой формы.

Открытіе закона тяготѣнія позволило Ньютону сдѣлать много интересныхъ выводовъ. Онъ нашелъ, что Земля не можетъ имѣть точную форму шара, а должна быть сжата у полюсовъ. Онъ далѣе показалъ, что движеніе Луны, находящейся подъ вліяніемъ одновременнаго притяженія и Земли, и Солнца, и даже въ замѣтной мѣрѣ подъ вліяніемъ притяженія нѣкоторыхъ планетъ, должно обнаруживать такія неправильности, ка-

кія въ то время еще не были замѣчены. Орбита Луны наклонена къ земной орбитѣ, пересѣкая ея плоскость въ двухъ противоположныхъ точкахъ, такъ называемыхъ узлахъ. Было уже давно замѣчено, что узлы лунной орбиты перемѣщаются по эклиптикѣ, совершая полный оборотъ приблизительно въ 19 лѣтъ; Ньютону удалось доказать, что это есть слѣдствіе притяженія Луны Солнцемъ. Еще одно явленіе получило объясненіе благодаря открытому Ньютономъ принципу тяготѣнія. Такъ какъ Земля не есть шаръ, а нѣсколько сжата у полюсовъ и выпукла у экватора, то можно разсматривать это экваторіальное вздутіе, какъ собраніе огромнаго количества спутниковъ, образующихъ сплошное кольцо. Слѣдовательно подобно тому, какъ узлы лунной орбиты отступаютъ по эклиптикѣ, такъ и сплошное экваторіальное кольцо Земли будетъ имѣть нѣкоторое движеніе по эклиптикѣ. А если такъ, то ось экваторіальнаго вздутія Земли—иными словами ось самой Земли—будетъ вращаться около полюса эклиптики. Слѣдовательно, полюсъ неба будетъ видимымъ образомъ перемѣщаться среди звѣздъ и точка пересѣченія небеснаго экватора съ эклиптикой будетъ перемѣщаться по эклиптикѣ. Это явленіе получило названіе прецессіи или предваренія равноденствій; зная величину прецессіи, мы могли грубо опредѣлить время, когда была выполнена первая большая астрономическая работа по распредѣленію звѣздъ по созвѣздіямъ астрономами доисторическаго времени.

Большой трудъ Ньютона, извѣстный подъ названіемъ «Principia» (Математическія основы натуральной философіи), въ которомъ разработаны законы движенія, выясненъ смыслъ трехъ законовъ планетныхъ движеній, открытыхъ Кеплеромъ, и установленъ законъ всемірнаго тяготѣнія, появился въ 1687 году, благодаря стараніямъ друга Ньютона, Эдмунда Галлея, которому Ньютонъ довѣрилъ много своихъ открытій. Уже одно появленіе въ свѣтъ знаменитыхъ «Principia» составляетъ огромную заслугу Галлея и должно заслужить ему благодарность потомства; не меньшее, однако, значеніе имѣютъ и собственныя работы Галлея въ новой области астрономіи, созданной Ньютономъ. Ньютонъ считалъ, что кометы движутся по параболамъ; Галлей, собравши всѣ пригодныя наблюденія кометъ, занялся детальнымъ вычисленіемъ ихъ параболическихъ орбитъ и обнаружилъ, что элементы [1]) орбитъ трехъ кометъ, появлявшихся въ 1531, 1607 и 1682 годахъ, весьма между собою сходны. Дальнѣйшее изслѣдованіе старыхъ наблюденій показало Галлею, что такими же элементами обладали орбиты кометъ, наблюденныхъ въ 1456, 1378 и 1301 годахъ. Такъ какъ промежутки времени между появленіями этихъ кометъ тоже были приблизительно одинаковы, то Галлей вывелъ заключеніе, что это были разныя появленія одной и той же кометы, и предсказалъ возвращеніе

[1]) Такъ называются тѣ постоянныя величины, которыя опредѣляютъ форму, размѣры и положенія въ пространствѣ орбиты. *Примѣч. переводчика.*

кометы въ 1758 году, или, послѣ позднѣйшихъ и тщательныхъ вычисленій, въ 1759 году. Когда назначенное время возвращенія уже было недалеко, Клеро вычислилъ съ огромнымъ стараніемъ и тщательностью то запозданіе кометы, которое должно было вызвать притяженіе кометы Юпитеромъ и Сатурномъ. Предсказанное возвращеніе кометы къ Солнцу совершилось 13 марта 1759 года, на одинъ мѣсяцъ ранѣе времени, указаннаго вычисленіями Клеро. Ко времени слѣдующаго возвращенія кометы Галлея, въ 1835 году, предвычисленія были сдѣланы Понтекуланомъ и оказались ошибочными лишь на два дня, столь тщательно была прослѣжена комета во время ея невидимаго путешествія къ предѣламъ солнечной системы и обратно, въ теченіе періода въ 75 лѣтъ. Подвигъ Понтекулана превзошли астрономы Гриничской обсерваторіи Коуэлль и Кроммелинъ, которые не только вычислили ко времени слѣдующаго возвращенія кометы моментъ ея прохожденія черезъ перигелій, т.-е. моментъ наибольшаго приближенія кометы къ Солнцу—16 апрѣля 1910 года, но и прослѣдили движеніе кометы за все предшествующее время до 240 года до Р. Х. Комета Галлея, слѣдовательно, есть первая комета, которую признали періодической кометой, движущейся по замкнутой орбитѣ и возвращающейся время отъ времени къ Солнцу. Теперь извѣстно довольно много маленькихъ, такъ называемыхъ телескопическихъ, періодическихъ кометъ, но комета Галлея только одна изъ всѣхъ періодическихъ ко-

метъ является доступной для невооруженнаго глаза. Ея появленіе не разъ отмѣчалось въ историческое время: она была той кометой, которая, по описанію историка Іосифа Флавія, въ видѣ огненнаго меча сіяла надъ Іерусалимомъ незадолго до его разрушенія Титомъ; она была видна весной того года, когда Вильгельмъ Завоеватель напалъ на Англію, и этотъ вождь остроумно воспользовался появленіемъ кометы, якобы предсказавшей его побѣду [1]).

Законъ тяготѣнія далъ возможность людямъ признать комету Галлея тѣломъ, принадлежащимъ къ солнечной системѣ, и это добавленіе новаго тѣла къ извѣстному уже числу тѣлъ солнечной системы было первымъ съ доисторическихъ временъ. 13 марта 1781 года Вильямъ Гершель открылъ новое свѣтило, которое онъ сначала принялъ за комету, но потомъ призналъ планетой, движущейся за орбитой Сатурна. Эта планета, получившая окончательно названіе Урана, находится отъ Солнца на разстояніи, въ девятнадцать разъ превосходящемъ разстояніе отъ Солнца до земли, и имѣетъ поперечникъ въ четыре раза больше поперечника Земли. Открытіе Гершеля явилось вторымъ добавленіемъ новаго тѣла къ извѣстнымъ уже тѣламъ солнечной

---

1) Появленіе кометы Галлея въ 1066 году отмѣчено и въ русскихъ лѣтописяхъ; въ лѣтописи Нестора записано: „Въ лѣто 6573... Въ си же времена бысть знаменіе на западѣ, звѣзда, превелика, лучѣ имуща акы кровавы, въсходяще съ вечера по заходѣ солнечнѣмь и прибысть за 7 дній“. *Примѣч. переводчика.*

системы, но это было открытіе, сдѣланное зрѣніемъ, а не разсужденіемъ.

Первый день девятнадцатаго столѣтія, 1 января 1801 года, былъ ознаменованъ новымъ открытіемъ, Піацци открылъ малую планету. Новое свѣтило было на-время утеряно, но было вновь разыскано 31 декабря того же года. Эта планета движется между орбитами Марса и Юпитера, и въ этой области впослѣдствіи было обнаружено нѣсколько сотъ такихъ тѣлъ. Первая изъ этихъ малыхъ планетъ получила имя Цереры; слѣдующія три были названы: Паллада, Юнона и Веста. Помимо этихъ четырехъ планетъ, нужно отмѣтить еще двѣ особенно интересныя: первая — это Эросъ, который подходитъ къ Солнцу ближе, чѣмъ Марсъ, и въ нѣкоторыя противостоянія приближается къ Землѣ на разстояніе 21000000 километровъ, являясь въ эти моменты ближайшимъ къ намъ тѣломъ въ пространствѣ, если не считать Луну; вторая планета — это Ахиллъ, который движется на такомъ же разстояніи отъ Солнца, какъ Юпитеръ.

Церера — самая большая изъ всѣхъ малыхъ планетъ; она несомнѣнно больше всѣхъ остальныхъ малыхъ планетъ, взятыхъ вмѣстѣ. Однако, все же Земля имѣетъ объемъ въ 4000 разъ, а массу въ 7000 разъ больше объема и массы Цереры, и всѣ малыя планеты вмѣстѣ не составятъ и одну пятидесятую часть объема Луны.

Поиски малыхъ планетъ сдѣлали необходимымъ составленіе очень подробныхъ и аккуратно исполненныхъ звѣздныхъ картъ, какія до того и не

дѣлались, а это, въ свою очередь, имѣло важное значеніе для развитія астрономіи тяготѣнія.

Въ движеніи Урана скоро были замѣчены трудно объяснимыя неправильности. Болѣе тщательныя изслѣдованія показали, что невозможно удовлетворительно согласовать болѣе раннія наблюденія съ позднѣйшими, и въ таблицахъ Урана, опубликованныхъ въ 1821 году Букаромъ, первыя наблюденія были отброшены, какъ негодныя. Но разногласіе между наблюдаемыми и вычисленными положеніями планеты скоро опять появились и становились все значительнѣе; поэтому было сдѣлано предположеніе, что эти невязки происходятъ отъ притяженія Урана нѣкоторой неизвѣстной планетой. Такъ, г-жа Соммервилль въ небольшой книжкѣ о соотношеніяхъ физическихъ наукъ, вышедшей въ 1836 году, писала: «Возможно, что онъ (т.-е. Уранъ) подверженъ возмущеніямъ, вызываемымъ нѣкоторой невидимой планетой, обращающейся кругомъ Солнца за извѣстными теперь предѣлами нашей системы. Если спустя нѣсколько лѣтъ таблицы, составленныя на основаніи комбинацій многочисленныхъ наблюденій, попрежнему не смогутъ представить движеніе Урана, то эти несогласія обнаружатъ существованіе — нѣтъ, даже опредѣлятъ массу и орбиту тѣла, находящагося за предѣлами доступными зрѣнію». Въ 1843 году Джонъ Адамсъ, только что получившій первую награду по математикѣ въ Кэмбриджскомъ университетѣ, взялся за рѣшеніе задачи опредѣленія положенія, орбиты и массы неизвѣстнаго тѣла, которое по пред-

положенію, возмущало движеніе Урана, по тѣмъ неправильностямъ, которыя были замѣчены въ движеніи этой планеты. Задача была необычайно сложна, но уже въ сентябрѣ 1845 года Адамсъ получилъ первое рѣшеніе, которое онъ и представилъ королевскому астроному Эри. Такъ какъ, однако, онъ не далъ отвѣта на нѣкоторые вопросы Эри, то въ Англіи не было предпринято розысковъ новой планеты, пока не были опубликованы результаты новаго независимаго изслѣдованія. Та же задача была рѣшена хорошо извѣстнымъ и очень даровитымъ французскимъ математикомъ Леверрье, и въ іюнѣ 1846 года онъ сообщилъ вычисленное имъ положеніе невидимой планеты, которое хорошо согласовалось съ тѣмъ, какое за девять мѣсяцевъ до того было указано Адамсомъ королевскому астроному. Послѣ этого Эри обратился къ Чаллису, директору кэмбриджской обсерваторіи, гдѣ въ это время былъ наиболѣе могущественный въ Англіи телескопъ, съ просьбой поискать планету, и Чаллисъ началъ дѣлать карту, включающую болѣе 3000 звѣздъ, чтобы вѣрнѣе признать неизвѣстную планету. Леверрье, въ свою очередь, сообщилъ свой результатъ Берлинской обсерваторіи, гдѣ уже были приготовлены карты, составленныя Бремикеромъ для розысканія малыхъ планетъ. Берлинскому наблюдателю Галле оставалось лишь сравнить звѣзды, видимыя въ томъ мѣстѣ, куда онъ направилъ телескопъ, съ нанесенными на карту; звѣзда, не показанная на картѣ, вѣроятно и есть искомая неизвѣстная планета. Галле

нашелъ планету въ первый же вечеръ, 23 сентября 1846 года, на разстояніи меньше четырехъ діаметровъ Луны отъ указаннаго мѣста. Тотъ же самый объектъ наблюдался Чаллисомъ въ Кэмбриджѣ 4-го и 12-го августа, но онъ отложилъ обработку своихъ наблюденій до окончанія тщательнаго изслѣдованія всей намѣченной полосы неба, и потому не отличилъ планету отъ обыкновенной звѣзды.

Открытіе новой планеты, получившей названіе Нептуна, по тѣмъ возмущеніямъ, которыя она вызывала въ движеніи Урана, справедливо разсматривается, какъ величайшее торжество астрономіи тяготѣнія. Это событіе является законной наградой за тотъ длинный рядъ усилій, который начался болѣе, чѣмъ за 2000 лѣтъ до того, когда первые греческіе астрономы принялись распутывать казавшіяся безнадежно-запутанными движенія планетъ, съ твердой увѣренностью, что эти движенія подчиняются нѣкоторому закону. Но какая выгода отъ всѣхъ этихъ усилій? Какую пользу приноситъ астрономія? Этотъ вопросъ часто предлагается, но есть лишь признакъ невѣжества. Польза астрономіи въ томъ, что она развиваетъ умственныя силы человѣчества. Когда впервые была поставлена задача о планетныхъ движеніяхъ, явилась необходимость разработать математику, чтобы пользоваться ею для рѣшенія астрономическихъ проблемъ, и необходимость дальнѣйшаго развитія математики чувствуется въ той же мѣрѣ и въ настоящее время.

Когда греческіе астрономы впервые начали свои изслѣдованія планетныхъ движеній, они не

надѣялись на матеріальную выгоду и никакой прибыли и не получили. Они совершили нѣкоторую работу; мы приняли участіе въ той же работѣ. И всѣ наши огромные успѣхи въ механикѣ и техникѣ—успѣхи, которые болѣе, чѣмъ что-либо другое отличаютъ наше время отъ всѣхъ предшествующихъ временъ—построены на томъ, что мы свободно владѣемъ математикой и отлично знаемъ законы движенія; а эти знанія явились прямымъ слѣдствіемъ настойчиваго стремленія способствовать развитію астрономіи, не во имя какихъ-либо матеріальныхъ выгодъ и пріобрѣтеній, но только ради самой науки.

ГЛАВА IV.

Астрономическія измѣренія.

Старая пословица гласитъ, что «знаніе есть измѣреніе», и ни къ одной наукѣ это не приложимо въ такой мѣрѣ, какъ къ астрономіи. Дѣйствительно, измѣреніе времени по наблюденіямъ движеній небесныхъ свѣтилъ было началомъ астрономіи. Движеніе Солнца опредѣляетъ день, начало котораго считалось или отъ восхода, или отъ захода Солнца. Измѣненія Луны опредѣляютъ собою другой промежутокъ времени — мѣсяцъ, и на многихъ языкахъ корень слова Луна совпадаетъ по смыслу съ понятіемъ измѣритель [1]). Видимое движеніе Солнца среди

[1]) Въ русскомъ языкѣ слово мѣсяцъ означаетъ и промежутокъ времени въ 30 дней и небесное свѣтило—Луна. *Примѣч. переводчика.*

звѣздъ даетъ возможность ввести болѣе длинную мѣру времени, годъ; этотъ промежутокъ времени можетъ быть опредѣленъ нѣсколькими разными способами, или наблюдая только одно Солнце, или же Солнце вмѣстѣ со звѣздами. Самымъ простымъ и самымъ древнимъ приспособленіемъ для изученія движенія Солнца былъ обелискъ, или каменный столбъ съ заостренной вершиной, установленный на гладко-вымощенномъ мѣстѣ. Такіе обелиски были очень обыкновенны въ Египтѣ, и одинъ изъ самыхъ знаменитыхъ, извѣстный подъ названіемъ «Иглы Клеопатры», теперь стоитъ на набережной Темзы въ Лондонѣ. Съ передвиженіемъ Солнца по небу тѣнь обелиска передвигается по вымощенному полу, и въ полдень тѣнь становится всего короче. Длина тѣни въ полдень, въ свою очередь, измѣняется со дня на день; она короче всего среди лѣта, въ лѣтнее солнцестояніе, а длиннѣе всего зимой, т.-е. въ зимнее солнцестояніе. Дважды въ году тѣнь столба направлена точно на западъ при восходѣ Солнца и точно на востокъ при закатѣ, иными словами, тѣнь столба при солнечномъ восходѣ и при закатѣ составляетъ одну прямую линію. Эти два дня приходятся на весеннее и осеннее равноденствія.

Обелискъ былъ самымъ простымъ средствомъ для измѣренія высоты и положенія Солнца, но онъ имѣлъ свои недостатки. Длина тѣни и ея направленіе измѣняются не одинаково въ равные промежутки времени, и если отмѣтить положеніе тѣни обелиска для какого-нибудь дня черезъ

равные промежутки времени, то эти отмѣтки не будутъ годны для другихъ дней. Но если замѣнить каменный столбъ треугольной стѣной, одинъ край которой, начинаясь отъ пола съ южной стороны, идетъ наклонно къ сѣверу, образуя съ поломъ такой уголъ, чтобы этотъ край стѣны казался направленнымъ къ невидимому полюсу, около котораго вращается небесная сфера,—то тѣнь стѣны будетъ двигаться по полу каждый день одинаковымъ образомъ, и если на полу сдѣлать отмѣтки для нѣсколькихъ часовъ одного дня, то эти отмѣтки будутъ пригодны и для другихъ дней. Солнечные часы, какіе часто можно видѣть въ садахъ загородныхъ домовъ или на кладбищахъ, являются именно такими инструментами, но только въ маленькомъ видѣ.

Однако греческіе астрономы изобрѣли другіе и притомъ лучшіе методы опредѣленія положеній небесныхъ тѣлъ. Обелиски или солнечные часы можно употреблять лишь при солнечномъ или лунномъ свѣтѣ, когда получается тѣнь. Чтобы опредѣлить положеніе звѣзды, греками употреблялись діоптры, вродѣ тѣхъ, какія теперь служатъ прицѣлами на ружьяхъ [1]). Эти діоптры соединялись съ кругами, на которыхъ весьма тщательно наносились дѣленія: такихъ дѣленій на всей окружности обыкновенно наносили 360, и

[1]) Діоптрами называются пластинки, въ которыхъ прорѣзана узкая щель; два діоптра, прикрѣпленные къ деревянной или металлической линейкѣ, даютъ возможность направить эту линейку весьма точно на удаленный предметъ. *Примѣч. переводчика.*

одно такое дѣленіе называлось градусомъ. Такъ какъ въ году 365 дней, а Солнце обходитъ за годъ весь кругъ зодіака, то оно проходитъ въ день приблизительно одинъ градусъ. Двѣнадцать знаковъ зодіака содержатъ каждый по 30 градусовъ (пишется 30^0), и каждому знаку зодіака нужно приблизительно два часа для того, чтобы взойти или зайти. Такъ какъ, далѣе, видимые діаметры и Солнца и Луны, приблизительно содержатъ по полградуса, т.-е. около одной шестидесятой знака зодіака, то на восходъ или заходъ Солнца (или Луны) пойдетъ около двухъ минутъ. Каждый градусъ круга былъ подѣленъ на 60 минутъ и каждая минута—на 60 секундъ.

Такъ какъ и Солнце и Луна имѣютъ въ діаметрѣ по полградуса, или точнѣе говоря, по 32 минуты, то ясно, что пока астрономическія наблюденія производились невооруженнымъ глазомъ, одна минута дуги (пишется $1'$) была самымъ малымъ дѣленіемъ круга, какое могло употребляться. Нитка или проволока толщиною въ одну секунду дуги (пишется $1''$), помѣщенная на умѣренно-освѣщенномъ фонѣ, несомнѣнно можетъ быть замѣчена, но такая проволока не столько дѣйствительно видима, сколько чувствуется.

Тихо Браге достигъ наивысшей точности, какую можно было достигнуть при наблюденіяхъ невооруженнымъ глазомъ, и конечно при наблюденіяхъ положенія планеты Марсъ онъ не могъ бы сдѣлать ошибку, достигающую величины въ 8 минутъ дуги, т.-е. равную четверти видимаго луннаго

діаметра; это обстоятельство и побудило Кеплера бросить въ концѣ концовъ всѣ попытки объяснить перемѣщенія планетъ круговыми движеніями и перейти къ изслѣдованію движенія по эллипсу. Современникомъ Кеплера былъ человѣкъ, столь же одаренный, но способности котораго получили приложеніе въ другомъ направленіи; это былъ Галилео Галилей (1564—1642), давшій астрономамъ средство значительно увеличить точность наблюденій. Галилей происходилъ изъ знатнаго флорентійскаго рода и былъ профессоромъ математики въ университетѣ въ Пизѣ. Здѣсь онъ скоро пріобрѣлъ извѣстность своими оригинальными взглядами, а также необычайно остроумными и рѣшительными опытами. До того времени думали, что болѣе тяжелыя тѣла падаютъ на землю быстрѣе легкихъ. Галилей пускалъ одновременно падать съ вершины пизанской башни два груза, въ 1 фунтъ и въ 100 фунтовъ, и оба груза, какъ оказалось, достигали земли одновременно. Этимъ опытомъ, а также и многими другими искусными опытами Галилей положилъ твердое основаніе механикѣ, и онъ же открылъ тѣ самые законы движенія, которые впослѣдствіи точно формулировалъ Ньютонъ. Однажды Галилей услышалъ, что въ Голландіи изобрѣтенъ инструментъ, при помощи котораго можно было, разсматривая отдаленные предметы, какъ бы приближать ихъ къ себѣ; обладая хорошими познаніями по оптикѣ, Галилей очень скоро самъ построилъ себѣ такой маленькій телескопъ. Онъ вставилъ два очковыхъ стекла—одно для близорукаго глаза, а другое—

для дальнозоркаго—въ концы небольшой старой органной трубы, и получилъ такимъ образомъ телескопъ, который давалъ увеличеніе въ 3 раза. Спустя нѣсколько времени онъ сдѣлалъ другой телескопъ, увеличительная сила котораго достигала уже тридцати; направивъ этотъ инструментъ на небесныя свѣтила, Галилей открылъ темныя двигающіяся пятна на Солнцѣ, горы и долины на Лунѣ и четыре маленькихъ звѣздочки, которыя обращались около Юпитера. Онъ замѣтилъ далѣе фазы Венеры—форма этой планеты измѣнялась такъ же, какъ мѣняется видъ Луны, и открылъ, что Млечный Путь состоитъ изъ огромнаго числа очень слабыхъ звѣздъ. Всѣ эти открытія были сдѣланы Галилеемъ съ 1609 по 1611 годъ.

Всякій телескопъ состоитъ изъ двухъ главныхъ частей: предметное стекло или объективъ даетъ изображеніе удаленнаго предмета, а глазное стекло или окуляръ увеличиваетъ это изображеніе. Лучи свѣта, идущіе отъ свѣтила, падаютъ на объективъ, и пройдя черезъ стекло, преломляются и собираются въ одну точку, которая называется фокусомъ. Свѣтосила телескопа, поэтому, зависитъ отъ размѣровъ объектива и пропорціональна его площади. Но размѣръ изображенія зависитъ отъ такъ называемой фокусной длины телескопа, т.-е. отъ разстоянія между фокусомъ и объективомъ. Такъ, маленькій кружокъ въ одинъ дюймъ діаметромъ—напр. мѣдная трехкопеечная монета—какъ разъ покроетъ дискъ полной луны, если помѣстить монету на разстояніи 9 футовъ передъ глазомъ; вполнѣ понятно

поэтому, что изображеніе полной Луны, получаемое объективомъ съ фокуснымъ разстояніемъ въ 9 футовъ, будетъ имѣть одинъ дюймъ въ діаметрѣ.

Окуляръ служитъ увеличительнымъ стекломъ и есть въ сущности маленькій микроскопъ; посредствомъ окуляра можно увеличить изображеніе предмета во сколько угодно разъ, но не болѣе, чѣмъ это позволяютъ качества объектива и состояніе атмосферы.

Вполнѣ естественно, что послѣ изобрѣтенія телескопа явилось желаніе измѣрять изображенія Луны, планетъ или группъ звѣздъ. Молодой англичанинъ, Гаскойнъ, впослѣдствіи погибшій въ сраженіи при Марстонъ-Мурѣ, изобрѣлъ для этой цѣли приборъ, получившій названіе микрометръ. Микрометръ обыкновенно состоитъ изъ двухъ рамокъ; къ каждой рамкѣ прикрѣплены одна или нѣсколько очень тонкихъ нитей—большею частью это паутинныя нити—и одну рамку можно перемѣщать въ другой тщательно выточеннымъ винтомъ; число оборотовъ винта можно отсчитывать посредствомъ удобной шкалы. Наводя одну нить на одну звѣзду, а другую нить на другую звѣзду, можно очень точно измѣрить видимое разстояніе между звѣздами.

За послѣднія тридцать лѣтъ примѣненіе фотографіи значительно увеличило удобство астрономическихъ измѣреній. Чувствительная фотографическая пластинка помѣщается въ фокусѣ телескопа, и свѣтъ Солнца, Луны или звѣзды, смотря по тому, куда наведенъ телескопъ, отпечатываетъ изображенія свѣтилъ на этой пластинкѣ. Полученный такимъ способомъ негативъ можетъ быть изученъ и детально измѣренъ когда-нибудь впослѣдствіи въ болѣе удобное время; можно сказать, что астрономъ получаетъ для спокойнаго изслѣдованія какъ бы настоящій участокъ неба.

Прошло много времени, прежде чѣмъ были достигнуты столь большіе успѣхи. Первые телескопы были очень несовершенны, потому что лучи разныхъ цвѣтовъ, идущіе отъ какой-либо планеты или звѣзды, сходились въ различныхъ фокусахъ, а поэтому получались цвѣтныя, размытыя изображенія. Сначала пытались устранить этотъ недостатокъ, дѣлая телескопы огромной длины: фокусное разстояніе часто доходило до 80, 100 и даже 150 футовъ; однако, телескопы такой длины были и громоздки и непрочны. Сэръ Исаакъ Ньютонъ изъ-за этого отказался отъ употребленія объективовъ и пользовался вогнутыми зеркалами для полученія изображенія въ фокусѣ; онъ даже сдѣлалъ два телескопа, основанныхъ на принципѣ отраженія свѣта. Другіе послѣдовали примѣру Ньютона, а черезъ сто лѣтъ сэръ Билльямъ Гершель достигъ необычайныхъ успѣховъ въ этомъ дѣлѣ, соорудивши такой рефлекторъ или отражательный телескопъ съ фокуснымъ разстояніемъ въ 40 футовъ; этимъ рефлекторомъ можно было получить изображеніе Луны въ $4\frac{1}{2}$ дюйма діаметромъ.

Въ 1729 году Честеръ Муръ Голлъ замѣтилъ, что составляя объективъ изъ двухъ

выбранныхъ подходящимъ образомъ стеколъ, можно почти совершенно уничтожить окраску изображенiй небесныхъ свѣтилъ, а нѣсколько времени спустя, въ 1758 году оптикъ Доллондъ сталъ дѣлать такiе объективы, почти совершенно свободные отъ вышеупомянутыхъ недостатковъ. Съ того самаго времени производство рефракторовъ—такъ называются телескопы съ объективными стеклами—все болѣе и болѣе улучшалось: стекла дѣлаются прозрачнѣе и болѣе высокаго качества, все бо́льшихъ размѣровъ и лучшей формы. Самый огромный рефракторъ въ настоящее время принадлежитъ обсерваторiи Iеркса въ Соединенныхъ Штатахъ Сѣверной Америки; этотъ телескопъ имѣетъ отверстiе въ 40 дюймовъ при фокусномъ разстоянiи въ 65 футовъ, такъ что изображенiе Луны въ фокусѣ этого телескопа достигаетъ 7 дюймовъ.

Можно думать, что здѣсь уже достигнутъ предѣльный размѣръ для рефракторовъ, такъ какъ получать хорошiя стекла для такихъ большихъ объективовъ необычайно трудно. Рефлекторы въ самое послѣднее время вновь начинаютъ привлекать вниманiе астрономовъ: оказывается, что можно сдѣлать зеркало огромныхъ размѣровъ съ гораздо меньшимъ трудомъ, чѣмъ объективъ такой же величины. Большой телескопъ Лорда Росса имѣетъ 6 футовъ въ дiаметрѣ; а наиболѣе могущественный современный телескопъ, рефлекторъ Солнечной обсерваторiи на горѣ Вильсонъ, въ Калифорнiи, имѣетъ зеркало дiаметромъ въ 5 футовъ, при фокусной длинѣ въ 150 футовъ.

Этотъ гигантскiй инструментъ собираетъ въ 60000 разъ больше свѣта, чѣмъ новооруженный глазъ, а дискъ Луны въ фокусѣ его зеркала доходитъ до 17 дюймовъ. Ясно, что зрѣнiе человѣка стало въ настоящее время во много разъ могущественнѣе, чѣмъ прежде, а вмѣстѣ съ тѣмъ, съ примѣненiемъ все болѣе и болѣе совершенныхъ инструментовъ, человѣку удается лучше и лучше изучать небесныя свѣтила.

Впервые человѣкъ сталъ слѣдить за небесными свѣтилами съ цѣлью получить возможность измѣрять время; другимъ побужденiемъ къ занятiямъ астрономiей было желанiе узнать размѣры Земли. Измѣрить Землю, наблюдая звѣзды, можно, исходя изъ такихъ соображенiй: замѣтимъ въ какомъ-нибудь мѣстѣ звѣзду, проходящую какъ разъ надъ головой, а потомъ переѣдемъ въ другое мѣсто, южнѣе, притомъ настолько, чтобы звѣзда прошла меридiанъ на одинъ градусъ сѣвернѣе зенита; если мы измѣримъ разстоянiе между двумя пунктами нашихъ наблюденiй, то останется только умножить результатъ измѣренiя на 360, и мы получимъ окружность Земли. Такимъ способомъ размѣры Земли были грубо опредѣлены еще за 2000 лѣтъ до нашего времени, до изобрѣтенiя телескопа. Но при помощи телескоповъ можно дѣлать гораздо болѣе точныя измѣренiя, а слѣдовательно и рѣшать гораздо болѣе сложные и болѣе трудные вопросы.

Крайне важной практической задачей является опредѣленiе положенiя корабля въ морѣ, вдали отъ береговъ. Древнiе мореплаватели, греки и

финикійцы, направляли свои корабли исключительно лишь вдоль береговъ Средиземнаго моря, и хорошему моряку было вполнѣ достаточно умѣть хорошо различать всѣ особенности береговъ. Но послѣ того какъ въ 1492 году Колумбъ открылъ новую часть свѣта, и люди стали свободно совершать длинныя путешествія черезъ океанъ, явилось настоятельной необходимостью для мореплавателя опредѣлять положеніе корабля въ открытомъ морѣ: вѣдь приходилось плыть нѣсколько недѣль, не имѣя въ виду береговъ.

Необходимость разрѣшить этотъ вопросъ возможно лучше особенно чувствовалась въ странахъ Западной Европы, прилегающихъ къ Антлантическому Океану, за которымъ лежатъ далекіе берега Новаго Свѣта. Испанія, Франція, Англія и Голландія были ярыми соперницами въ стремленіи захватить побольше новой земли, и въ этихъ странахъ поэтому и стали прежде всего добиваться рѣшенія трудной задачи.

Географическую широту того мѣста, гдѣ въ данный моментъ находился корабль, можно было опредѣлить, наблюдая или высоту Солнца въ полдень, или Полярную звѣзду ночью, или еще какимъ-либо способомъ.

Много труднѣе было опредѣлить долготу того же мѣста. Такъ какъ Земля вращается около своей оси, то разныя части поверхности Земли послѣдовательно подходятъ подъ падающіе лучи Солнца; и въ то время, какъ въ одномъ мѣстѣ Солнце видно на меридіанѣ и здѣсь считается полдень, въ другомъ мѣстѣ Солнце видно или

восточнѣе, или западнѣе. Ясно поэтому, что разность долготъ двухъ мѣстъ въ точности равна разности мѣстныхъ временъ.

Моряку не трудно было опредѣлить, когда у него наступитъ полдень, но какимъ способомъ можетъ онъ узнать въ тотъ же моментъ время того порта, изъ котораго онъ отплылъ нѣсколько недѣль тому назадъ?

Въ дѣйствительности Луна и звѣзды могутъ дать моряку хорошія указанія для опредѣленія долготы его корабля. Вѣдь Луна движется среди звѣздъ, какъ стрѣлка часовъ по циферблату; съ другой стороны, астрономы въ настоящее время могутъ задолго впередъ предсказать положеніе Луны среди звѣздъ, для любого времени и для любого мѣста.

Однако, въ то время, когда этотъ способъ былъ впервые предложенъ, ни движеніе Луны, ни положеніе главнѣйшихъ звѣздъ не были еще извѣстны съ достаточною точностью. Чтобы поднять изученіе этого вопроса на должную высоту и тѣмъ поставить мореплаваніе на болѣе прочное основаніе, англійскій король Чарльзъ II основалъ въ 1675 году обсерваторію въ Гриничѣ и назначилъ Флемстида первымъ королевскимъ астрономомъ [1]). Въ 1767 году Маскелинъ, пятый королевскій астрономъ, выпустилъ первый томъ Морского Ежегодника («Nautical Almanac»), въ которомъ были даны для опре-

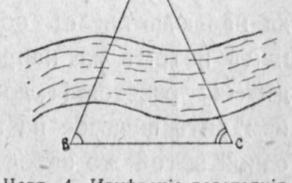
[1]) Съ тѣхъ поръ титулъ Королевскаго астронома присвоенъ директору обсерваторіи въ Гриничѣ. *Примѣч. переводчика.*

дѣленныхъ промежутковъ Гриничскаго времени положенія Луны среди звѣздъ. Почти въ то же самое время та же задача была рѣшена другимъ путемъ: Джонъ Гариссонъ, плотникъ изъ Іоркшира, изобрѣлъ хронометръ. Хронометромъ называются довольно большіе часы, построенные такъ, что ихъ ходъ не измѣняется отъ тепла или холода, такъ что мореплаватель всегда можетъ имѣть съ собою Гриническое время, гдѣ бы онъ ни былъ. Новые методы въ рукахъ капитана Кука и другихъ выдающихся мореплавателей повели къ быстрому развитію мореплаванія и способствовали открытію Австраліи, Новой Зеландіи и значительнаго числа острововъ Великаго Океана. Основаніе обширной морской торговли Великобританіи и созданіе ея колоніальнаго могущества, какъ въ сѣверной Америкѣ, такъ и въ южныхъ моряхъ, стало возможнымъ только послѣ работъ королевской обсерваторіи въ Гриничѣ и въ настоящее время продолжаетъ находиться въ тѣсной зависимости отъ этихъ астрономическихъ работъ.

Наблюдать движенія Луны, Солнца и планетъ, а также опредѣлять съ наиболѣе возможною точностью мѣста неподвижныхъ звѣздъ составляетъ программу Гриничской обсерваторіи со дня ея основанія и до настоящаго времени. Въ другихъ странахъ также построены большія національныя обсерваторіи, основанныя въ 1637 году въ Копенгагенѣ, въ 1667 году въ Парижѣ, въ 1700 году въ Берлинѣ, въ 1725 году въ С.-Петербургѣ, перенесенная въ 1839 году въ Пулково[1]), въ 1842 г. въ Вашингтонѣ. Значительное число университетовъ во всѣхъ странахъ имѣетъ свои обсерваторіи.

Итакъ, на первое мѣсто были поставлены практическія задачи: астрономія должна была способствовать развитію мореплаванія. Но наука никогда не могла ограничиться узко-практическими изслѣдованіями, и задача измѣренія небесныхъ разстояній должна была неизбѣжно возникнуть вслѣдъ за попыткой произвести измѣреніе Земли.

Прежде всего усилія астрономовъ были направлены на измѣренія разстоянія ближайшаго къ Землѣ небеснаго тѣла— Луны. На нашей планетѣ довольно часто встрѣчаются случаи, когда нужно опредѣлить разстояніе до какого-нибудь недостижимаго предмета. Такъ напримѣръ, командующій отрядомъ войска во время похода, дойдя до берега рѣки, желаетъ точно узнать, какова ширина рѣки, чтобы приготовиться къ наведенію моста. Такого рода задачи обыкновенно рѣшаются на основаніи слѣдующаго разсужденія.



Черт. 4. Измѣреніе разстоянія до недоступнаго предмета.

Пусть A будетъ удаленный предметъ (см. черт. 4); если изъ двухъ пунктовъ, B и C, оп-

[1]) Въ 13 верстахъ къ югу отъ Петербурга. *Примѣч. переводчика.*

редѣлить, въ какомъ направленіи виденъ предметъ A [1]) и измѣрить разстояніе между B и C, то можно вычислить разстоянія отъ B до A и отъ C до A.

Примѣненіе этого принципа къ измѣренію разстоянія до Луны стало возможнымъ послѣ учрежденія обсерваторіи на мысѣ Доброй Надежды и объединенія работъ этой обсерваторіи и обсерваторіи въ Гриничѣ. Конечно, совершенно невозможно видѣть Гриничскую обсерваторію съ мыса Доброй Надежды, или наоборотъ; но звѣзды безконечно удалены отъ насъ, и каждая звѣзда наблюдается съ обѣихъ обсерваторій въ одномъ и томъ же направленіи. Поэтому, для опредѣленія разстоянія до Луны требуется только измѣрить видимое на небѣ разстояніе Луны отъ одной и той же звѣзды по наблюденіямъ въ Гриничѣ и на мысѣ Доброй Надежды; такъ какъ разстояніе между обсерваторіями извѣстно, то можно послѣ этого вычислить разстояніе отъ Земли до Луны.

Измѣреніе разстоянія до Луны—сравнительно легкая задача. Слѣдующій шагъ въ измѣреніяхъ небесныхъ разстояній оказался много труднѣе: нужно было опредѣлить разстояніе до Солнца.

Солнце въ 400 разъ дальше Луны, и поэтому оно наблюдается почти въ томъ же самомъ направленіи съ обѣихъ вышеупомянутыхъ обсерваторій; кромѣ того, Солнце такъ ярко, что

1) Для этого нужно измѣрить углы *CBA* и *BCA*. *Примѣч. переводчика.*

вблизи него нельзя видѣть звѣздъ даже въ телескопъ.

Тщательныя наблюденія видимыхъ движеній планетъ позволили очень хорошо опредѣлить ихъ относительныя разстоянія отъ Солнца; эти относительныя разстоянія были извѣстны задолго до того, какъ стало возможнымъ надѣяться опредѣлить дѣйствительныя разстоянія планетъ отъ Солнца. Извѣстно, напримѣръ, что Венера никогда не отходитъ отъ Солнца дальше, чѣмъ на $47^0 15'$; отсюда можно вывести, что разстояніе Венеры отъ Солнца немного больше $^7/_{10}$ разстоянія Солнца отъ Земли. А отсюда слѣдуетъ, что если бы удалось измѣрить истинное разстояніе одной какой-нибудь планеты отъ солнца или разстояніе планеты отъ Земли, то можно было бы вычислить истинныя разстоянія отъ Солнца всѣхъ планетъ. Мы знаемъ соразмѣрность отдѣльныхъ частей солнечной системы, и если бы мы могли опредѣлить дѣйствительный размѣръ одной изъ этихъ частей, мы могли бы вывести размѣры всѣхъ остальныхъ частей.

Оказалось, что всего легче опредѣлить разстояніе отъ Земли до Марса и до нѣкоторыхъ, такъ называемыхъ, малыхъ планетъ; особенно удобенъ для этого Эросъ, очень маленькая планета, которая иногда приближается къ Землѣ на разстояніе 21 000 000 килом., т.-е. въ это время бываетъ въ 7 разъ ближе къ намъ, чѣмъ Солнце.

По наблюденіямъ Эроса намъ теперь извѣстно, что Солнце отдѣлено отъ насъ разстояніемъ

приблизительно въ 149 500 000 километровъ; такое огромное разстоянiе трудно себѣ представить. Пожалуй, легче всего можно получить какое-нибудь представленiе о такомъ громадномъ разстоянiи, если припомнить, что въ году содержится 31 556 926 секундъ времени; если, поэтому, съ Земли на Солнце отправится курьерскiй поѣздъ, проходящiй въ часъ 96 километровъ—болѣе, чѣмъ $1^1/_2$ километра въ секунду—и будетъ итти день и ночь безъ перерыва, то пройдетъ болѣе 180 лѣтъ, прежде чѣмъ поѣздъ закончитъ свое путешествiе.

Выполненное астрономами измѣренiе разстоянiя отъ Земли до Солнца позволило перейти къ еще болѣе смѣлымъ замысламъ. Земля находится по одну сторону отъ Солнца въ январѣ и по другую—въ iюлѣ; эти два положенiя раздѣлены огромнымъ разстоянiемъ въ 299 000 000 километровъ, и можно утверждать, что направленiя, въ которыхъ усматривается одна и та же звѣзда изъ этихъ двухъ пунктовъ, должны быть различны. Крайне поразительнымь фактомъ является, однако, то, что столь значительное измѣненiе положенiя Земли не вызываетъ ни малѣйшаго наблюдаемаго смѣщенiя въ положенiи огромнаго большинства звѣздъ.

Только очень небольшое число звѣздъ обнаруживаетъ крайне малыя видимыя перемѣщенiя, позволяющiя опредѣлить разстоянiя отъ насъ до этихъ звѣздъ. Ближайшая къ намъ звѣзда въ 280 000 дальше Солнца; это альфа Центавра, самая яркая звѣзда созвѣздiя Центавръ и третья

по яркости на всемъ небѣ. Сирiусъ, самая яркая звѣзда, еще вдвое дальше. Теперь грубо опредѣлены разстоянiя сорока или пятидесяти звѣздъ; но всѣ остальныя звѣзды находятся такъ далеко, что ихъ разстоянiя не поддаются никакой оцѣнкѣ. Однако на основанiи нѣкоторыхъ косвенныхъ соображенiй, можно думать, что значительное число звѣздъ Млечнаго Пути удалены отъ насъ на разстоянiе, примѣрно, въ 300 000 000 разъ дальше нашего Солнца.

Вотъ какъ много даетъ намъ астрономiя помощью своихъ методовъ измѣренiя. Эта наука даетъ намъ возможность измѣрить величину Земли, на которой мы живемъ, и позволяетъ опредѣлить положенiе корабля среди безбрежнаго океана.

Астрономiя даетъ средство мѣрить глубину пространства и показываетъ намъ, сколь удалена Земля отъ другихъ небесныхъ тѣлъ; наконецъ, даетъ намъ представленiе о томъ, сколь огромна вся простирающаяся въ безконечность звѣздная вселенная, гдѣ наша Земля является лишь крошечнымъ затеряннымъ атомомъ.

Глава V.

Солнечная система.

Астрономическiя измѣренiя не только доставили намъ знанiе разстоянiй различныхъ планетъ отъ Солнца; эти же измѣренiя позволили опредѣлить истинные размѣры планетъ, а также вычислить, примѣняя законъ всемiрнаго тяготѣнiя,

плотность, массу и силу притяженія на поверхности каждой планеты. Всѣ эти данныя собраны въ приложенныхъ въ концѣ книги таблицахъ. Всѣ эти числовыя данныя имѣютъ очень важное значеніе для выясненія физическихъ условій, господствующихъ въ настоящее время на планетахъ.

Теорія Коперника лишила Землю почетнаго положенія неподвижнаго средоточія вселенной и низвела ее въ разрядъ обыкновенныхъ планетъ. Земля, поэтому, должна считаться небеснымъ тѣломъ, хотя и не нужно пользоваться телескопомъ для того, чтобы изучать ее; плохая, пасмурная погода не скрываетъ Землю отъ нашихъ взоровъ, но напротивъ, даетъ возможность изучать ее въ новыхъ условіяхъ. Мы теперь знаемъ, что Земля есть шаръ, поверхность котораго частью есть суша, частью вода; этотъ шаръ окруженъ атмосферой, въ которой плаваютъ измѣнчивыя облака. Мы изобразили на картахъ поверхность Земли и замѣчаемъ, что хотя суша и вода постоянно находятся на своихъ мѣстахъ, однако отношеніе между ними подвержено перемѣнамъ: существуетъ нѣкотораго рода обмѣнъ между этими частями земной поверхности.

Мы знаемъ, изъ какихъ элементовъ состоитъ суша и вода и какъ эти элементы соединяются другъ съ другомъ и снова распадаются. Говоря кратко, Земля есть небесное тѣло, извѣстное намъ всего лучше, съ которымъ мы можемъ сравнивать и сопоставлять всѣ другія тѣла.

До изобрѣтенія телескопа было только два небесныхъ тѣла, Солнце и Луна, которыя можно было

считать шарами, такъ какъ были замѣтны ихъ диски; но даже и въ этомъ случаѣ нельзя было составить никакихъ удовлетворительныхъ представленій о физическомъ состояніи этихъ тѣлъ. Теперь, при помощи телескопа мы замѣчаемъ, что каждая изъ пяти планетъ, извѣстныхъ древнимъ, имѣетъ доступный измѣренію дискъ, и мы можемъ даже наблюдать интересныя детали на поверхности этихъ небесныхъ тѣлъ.

Луна является такимъ объектомъ на небѣ, который никогда не вызоветъ разочарованія у новичка, впервые наблюдающаго небесныя свѣтила въ телескопъ. Каждая подробность видна отчетливо, рѣзко и ясно освѣщена; ясно замѣтно, что мы смотримъ на шаръ съ очень изрытою поверхностью, съ холмами и горами, съ равнинами и ущельями, при чемъ всѣ детали выступаютъ съ такимъ рельефомъ, что, кажется, все это можно потрогать. Никогда облака на самой Лунѣ не скрываютъ отъ насъ подробности ея рельефа, никогда что-нибудь вродѣ тумана не ослабляетъ рѣзкихъ линій; тамъ нѣтъ полутѣней, всѣ тѣни совершенно черны, а ярко освѣщенныя мѣста имѣютъ видъ литого серебра. Нѣкоторыя измѣненія въ освѣщеніи становятся замѣтны съ развитіемъ лунныхъ фазъ, съ постепеннымъ переходомъ отъ узкаго серпа къ полнолунію и, наконецъ, къ послѣдней четверти; но лунный день приблизительно въ тридцать разъ длиннѣе земного и эти измѣненія происходятъ очень медленно.

Во время полнолунія на Лунѣ замѣтны даже

невооруженнымъ глазомъ обширныя темныя пятна, которыя часто называютъ глазами, носомъ, и ртомъ расплывчатаго и жалобнаго луннаго лика. Обыкновенный астрономическій телескопъ переворачиваетъ изображенія, такъ что такъ называемые «глаза» Луны приходятся въ нижней части поля зрѣнія телескопа и представляются въ видѣ ряда темноватыхъ равнинъ, которыя тянутся черезъ весь дискъ. Зато въ верхней части, вблизи лѣваго угла «нижней губы», находится яркое круглое пятно, изъ котораго выходитъ значительное число длинныхъ свѣтлыхъ лучей, напоминая очищенный апельсинъ съ его бороздками, выходящими изъ того мѣста, гдѣ былъ стебель, и раздѣляющими отдѣльные ломтики. Это яркое пятно было названо по имени великаго датскаго астронома «Тихо», и является однимъ изъ наиболѣе замѣтныхъ объектовъ на Лунѣ.

Всѣ рельефы на Лунѣ гораздо замѣтнѣе, когда освѣщена только часть Луны. Тогда горы и долины выступаютъ особеннно отчетливо, и становится совершенно ясно, что главнымъ типомъ образованій на Лунѣ являются особыя кольцевыя горы—въ видѣ колецъ самыхъ разнообразныхъ размѣровъ, отъ маленькихъ точекъ, едва замѣтныхъ въ телескопъ, до большихъ темныхъ равнинъ, имѣющихъ сотни и тысячи километровъ въ діаметрѣ. Эти кольца столь многочисленны, что Галилей сравнивалъ Луну съ хвостомъ павлина, покрытымъ глазками.

«Правый глазъ» луннаго лика, какъ онъ виденъ простыми глазами, образованъ обширной темной

равниной, столь же огромной, какъ Франція и Германія вмѣстѣ взятыя; эта равнина получила названіе «Моря Дождей» (Mare Imbrium). Тутъ же надъ этимъ моремъ (при наблюденіи въ телескопъ) находится наиболѣе правильная и самая красивая на Лунѣ кольцевая гора, имѣющая въ поперечникѣ около 90 километровъ; это громадное кольцо названо «Коперникомъ», по имени великаго мыслителя, который смѣло реформировалъ всѣ бывшія до того незыблемыми представленія объ устройствѣ солнечной системы. «Коперникъ», подобно кольцевой горѣ «Тихо», служитъ центромъ системы свѣтлыхъ лучей; точно такіе же лучи исходятъ и отъ маленькой кольцевой горы, носящей громкое названіе «Кеплеръ».

Наиболѣе возвышенныя мѣста на Лунѣ расположены по сосѣдству съ уже упоминавшимся кольцомъ «Тихо». Здѣсь кольца нагромождены такъ тѣсно, какъ только возможно; въ нѣкоторыхъ мѣстахъ эти кольца входятъ другъ въ друга и переплетаются самымъ сложнымъ образомъ. Длинная цѣпь тонкихъ колечекъ тянется изъ этой хаотической области почти къ серединѣ диска Луны, гдѣ увѣковѣчено имя великаго Александрійскаго астронома: именемъ «Птолемея» названа обширная кольцевая впадина, значительно превосходящая весь Уэльсъ [1]).

Отчетливость очертаній лунной поверхности сразу показываетъ, что Луна находится въ совершенно иныхъ условіяхъ, чѣмъ Земля. Наше

---

[1]) Уэльсъ равняется приблизительно Московской губ. *Примѣч. переводчика.*

небо постоянно покрыто облаками, и если наблюдать поверхность Земли съ другой планеты, то многія детали не будутъ видны; даже тогда, когда небо очистится отъ облаковъ, все же остается постоянная вуаль отъ пыли и паровъ воды, въ значительной степени затушевывающая и смягчающая всѣ очертанія земной поверхности. Слѣдовательно, та ясность, съ какою мы видимъ всѣ лунныя образованія, несомнѣнно доказываетъ, что на Лунѣ атмосфера очень мала или совершенно отсутствуетъ. Нѣтъ на Лунѣ ни малѣйшихъ слѣдовъ воды, ни морей, ни озеръ, ни рѣкъ или ручьевъ.

Съ другой стороны, поверхность Луны доказываетъ, что въ прошломъ это тѣло претерпѣло очень значительные и бурные перевороты. Сходство между кольцевыми горами разной величины столь значительно, что, начиная съ маленькихъ кратеровъ, во всѣхъ отношеніяхъ похожихъ на вулканическіе кратеры нашей Земли, можно послѣдовательно дойти до огромныхъ кольцеобразныхъ равнинъ, вродѣ «Коперника» или «Тихо»; это естественно заставляетъ думать, что не только маленькіе кратеры возникли вслѣдствіе вулканическихъ процессовъ, подобно тому, какъ это происходитъ на Землѣ, но что и всѣ кольцевыя горы, несмотря на ихъ огромные размѣры, имѣютъ такое же происхожденіе. Вслѣдствіе того, что сила притяженія на Лунѣ гораздо слабѣе, чѣмъ на Землѣ, всякій взрывъ тамъ долженъ разбрасывать матеріалъ значительно дальше, чѣмъ это происходитъ съ нашими вулканами.

Темныя низко-лежащія области на Лунѣ обнаруживаютъ много признаковъ происшедшихъ измѣненій разнаго рода. Вполнѣ очевидно, что тотъ матеріалъ, изъ котораго теперь состоитъ почва этихъ равнинъ, когда-то наводнилъ, разломалъ и частью залилъ многія изъ кольцевыхъ горъ. Иногда цѣлая половина кольца оказывается смытой; въ другомъ мѣстѣ можно бываетъ замѣтить слѣды кольца, едва намѣченнаго среди равнины; наконецъ, случается, что только небольшой проломъ образовался на краю кольцевой горы. Ясно, что нѣкогда на Лунѣ было гораздо больше огромныхъ кольцеобразныхъ кратеровъ, чѣмъ теперь; потоки лавы, можно думать, смыли не менѣе одной трети всего ихъ числа. Болѣе новыми образованіями являются свѣтлыя полосы или лучи, которые исходятъ во всѣ стороны отъ «Тихо» и отъ нѣкоторыхъ другихъ кратеровъ.

Разсматривая различные типы лунныхъ образованій и ихъ взаимное расположеніе, можно вывести заключеніе, что поверхность Луны прошла цѣлый рядъ послѣдовательныхъ стадій развитія, и что измѣненія этой поверхности въ общемъ становились съ теченіемъ времени все слабѣе и слабѣе; по всей вѣроятности, тѣ самые маленькіе кратеры, которыми усѣяна почти вся Луна, образовались позднѣе всего.

За тѣ 300 лѣтъ, въ теченіе которыхъ Луна тщательно изучается въ телескопы, не было замѣчено никакихъ слѣдовъ дальнѣйшихъ измѣненій на ея поверхности. Прошедшая исторія Лу-

ны была крайне бурнымъ періодомъ; но въ настоящее время ясный ликъ Луны уже не подверженъ болѣе никакимъ внезапнымъ возмущеніямъ.

И все же мы должны допустить, что и теперь происходятъ кое-какія измѣненія на Лунѣ: въ теченіе 354 часовъ долгаго луннаго дня Солнце со всей силой накаливаетъ ничѣмъ не защищенную поверхность Луны, а затѣмъ въ теченіе столь же долгой ночи та же поверхность непосредственно подвержена дѣйствію леденящаго холода междузвѣздныхъ пространствъ. Каждая часть лунной поверхности попеременно подвергается воздѣйствію крайнихъ предѣловъ температуры и должна, поэтому, трескаться, раскаливаться и разрываться вслѣдствіе быстраго расширенія и сжатія. Но если не считать эти медленныя и незначительныя измѣненія, да еще тѣ сомнительные случаи, когда какъ-будто удавалось подмѣтить какія-то новыя детали, то придется признать, что ближайшая къ намъ планета, нашъ спутникъ— Луна не подвержена болѣе никакимъ перемѣнамъ, не имѣетъ никакихъ слѣдовъ воздуха и воды, не обнаруживаетъ никакихъ признаковъ органической жизни—однимъ словомъ, это мертвый міръ, вся дѣятельность и всѣ измѣненія котораго остались въ прошломъ.

Марсъ является послѣ Луны наиболѣе доступной для изученія планетой. Орбита этой планеты расположена внѣ орбиты Земли, и по этой причинѣ въ то время, когда Марсъ находится всего ближе къ намъ, одна и та же его

сторона обращена и къ Солнцу и къ Землѣ, и мы можемъ свободно наблюдать его ярко освѣщенную поверхность. Меркурій и Венера, напротивъ, въ ближайшемъ отъ насъ разстояніи располагаются между нами и Солнцемъ, и въ это время къ Землѣ обращена темная сторона этихъ планетъ. Когда же эти двѣ планеты поворачиваются къ намъ освѣщенной стороной, онѣ находятся въ наибольшемъ удаленіи отъ Земли, кажутся очень маленькими, и располагаются на небѣ очень близко отъ Солнца; поэтому наблюдать Меркурія и Венеру очень трудно. Три названныя планеты, Марсъ, Венера и Меркурій, по своимъ размѣрамъ могутъ быть поставлены между Луной и Землей: каждая изъ нихъ больше Луны, но меньше Земли.

При первыхъ же телескопическихъ наблюденіяхъ было замѣчено, что Марсъ есть окрашенный въ оранжеватый цвѣтъ шаръ, на которомъ есть какія-то темноватыя пятна; эти пятна быстро перемѣщались по поверхности планеты, что указывало на то, что Марсъ вращается около своей оси, и время вращенія не очень отличается отъ времени вращенія Земли. Теперь время вращенія Марса около оси опредѣлено съ точностью до сотой доли секунды; оно равняется 24 час. 37 мин. 22.67 сек. Это оказалось возможнымъ по той причинѣ, что удалось отождествить нѣкоторыя темныя пятна, наблюденныя на Марсѣ въ XVII столѣтіи, съ зарисованными по наблюденіямъ въ XIX столѣтіи. Многія пятна на Марсѣ, подобно нашимъ

континентамъ и морямъ, и подобно кратерамъ на Лунѣ, являются постоянными образованіями; по наблюденіямъ поверхности Марса было построено много картъ этой планеты.

Однако, на Марсѣ есть и измѣнчивыя пятна. Наблюдая вращеніе планеты около оси, можно установить положеніе ея полюсовъ и экватора; наклоненіе экватора Марса къ плоскости его орбиты равно углу въ 24°50′, тогда какъ для Земли тотъ же уголъ равенъ 23°27′. Можно разсчитать, когда начинаются и кончаются на Марсѣ времена года; было найдено, что весна въ сѣверномъ полушаріи планеты продолжается 199 нашихъ дней, лѣто 183 дня, осень 147 дней и зима 158 дней. Зимой около полюса образуется большая бѣлая шапка, размѣры которой начинаютъ уменьшаться съ наступленіемъ весны, такъ что она можетъ даже совершенно исчезнуть лѣтомъ. Ничего подобнаго нѣтъ на Лунѣ, но не трудно найти сходныя явленія на Землѣ. Около полюсовъ нашей Земли образовались большія шапки льда и снѣга; эти шапки увеличиваются въ теченіе зимы и уменьшаются въ теченіе лѣта. Можно, поэтому, съ достаточнымъ основаніемъ допустить, что бѣлыя полярныя шапочки на Марсѣ состоятъ, какъ и у насъ, изъ снѣга и льда.

Время отъ времени замѣчались признаки присутствія на Марсѣ нѣкотораго количества облаковъ. Хорошо знакомыя темныя очертанія на поверхности планеты казались на короткое время какъ бы разорванными или даже совершенно закрытыми бѣловатыми полосами, но спустя нѣкоторое время снова появлялись, принимая свой обычный видъ. Всѣ перечисленныя особенности Марса, его вращеніе около оси, смѣна временъ года, присутствіе атмосферы и облаковъ, ясно различимыя суша и моря, скопленія на полюсахъ снѣга и льда—все это дѣлаетъ планету Марсъ очень похожей на нашъ земной міръ.

Таковы были общераспространенные взгляды на эту планету, когда въ 1877 году Скіапарелли возвѣстилъ, что онъ открылъ на поверхности Марса нѣкоторое число очень тонкихъ, прямыхъ, темныхъ линій; линіи эти онъ назвалъ по-италіански «canali», что значитъ «проливы». Къ сожалѣнію, это слово было переведено въ Англіи [1]) словомъ «каналъ», и такъ какъ каналъ обозначаетъ искусственное сооруженіе для проведенія воды, то такое названіе открытыхъ Скіапарелли тонкихъ линій породило предположенія о населенности Марса разумными существами, которые прорыли на поверхности планеты сѣть каналовъ невѣроятной длины и ширины.

Главный защитникъ этой теоріи каналовъ— Ловелль, американскій астрономъ, который посвятилъ все свое вниманіе изученію Марса въ теченіе послѣднихъ семнадцати лѣтъ. Онъ доказываетъ, что наблюдаемыя прямыя линіи, такъ называемые каналы, и небольшія круглыя пятна, назван-

---

[1]) И не только въ Англіи, но и во многихъ другихъ странахъ, въ томъ числѣ и въ Россіи. *Примѣч. перев.*

ныя имъ «оазисы», которыя онъ замѣтилъ на пересѣченіяхъ каналовъ, образуютъ систему явно искусственную, которая должна была быть задумана и выполнена интеллигентными существами. Каналы, по мнѣнію Ловелля, совершенно прямыя, правильныя линіи, словно проведены съ помощью линейки и чернилъ, а оазисы— совершенно ровные кружки. Но, съ одной стороны, лучшіе наблюдатели, вооруженные наиболѣе могущественными телескопами, часто замѣчали, что тѣ самыя области, гдѣ Ловелль проводитъ рѣзкія прямыя линіи и чертитъ кружки, въ дѣйствительности содержатъ очень много разныхъ неправильныхъ деталей; съ другой стороны, при разсматриваніи очень мелкихъ, едва замѣтныхъ предметовъ, всегда кажется, что видишь прямыя линіи и круглыя точки [1]). Что мы не видимъ никакихъ неправильностей въ очень маленькихъ и удаленныхъ предметахъ, еще не доказываетъ, что такихъ неправильностей и нѣтъ въ дѣйствительности; часто случалось, что каналъ, казавшійся типичнымъ и совершенно прямымъ въ то время, когда Марсъ былъ далеко отъ насъ, терялъ свою правильную форму, когда планета приближалась къ намъ.

Астрономы, такимъ образомъ, почти единодушно не считаютъ возможнымъ предполагать, что тѣ линіи, которыя мы видимъ на поверхности Марса, суть искусственныя сооруженія. Кромѣ

[1]) Однимъ изъ главныхъ противниковъ теоріи каналовъ Ловелля является астрономъ Антоніади, а также авторъ этой книжки Маундеръ. *Примѣч. перев.*

того, всѣ тѣ факты, которые намъ извѣстны относительно этой планеты, заставляютъ думать, что врядъ ли допустима даже какая бы то ни была жизнь на Марсѣ.

Если мы обратимся къ помѣщенной въ концѣ книги таблицѣ, мы увидимъ, что по своимъ размѣрамъ, объему, плотности, силѣ тяжести на поверхности, Марсъ занимаетъ мѣсто между Луной и Землей, при чемъ болѣе походитъ на Луну, нежели на Землю. Это даетъ важное указаніе для рѣшенія вопроса объ атмосферѣ планеты. На Землѣ мы пройдемъ половину всей атмосферы, если поднимемся на гору высотою въ 6 километровъ; на Марсѣ, соотвѣтственно, нужно было бы подняться на высоту около 14 километровъ. Если бы давленіе атмосферы на поверхности Марса было бы столь же велико, какъ и на Землѣ, то атмосфера Марса была бы много толще нашей, и значительно сильнѣе вуалировала бы всѣ очертанія планеты. Но мы можемъ разсматривать поверхность Марса съ необыкновенною ясностью, почти такъ же отчетливо, какъ мы видимъ Луну, особенно если принять во вниманіе гораздо большее удаленіе Марса. Нужно, поэтому, допустить, что атмосферное давленіе на поверхности Марса должно быть очень мало, вѣроятно, много меньше, чѣмъ на вершинахъ наиболѣе высокихъ земныхъ горъ, гдѣ лежатъ вѣчные снѣга и нѣтъ никакой жизни.

Но Марса трудно сравнивать съ Землею и въ другомъ отношеніи. Онъ получаетъ отъ Солнца только $^3/_7$ того количества свѣта и тепла, какое

приходится на долю Земли. Можно сказать, что условія для жизни на Марсѣ настолько же менѣе благопріятны, чѣмъ на всей Землѣ, насколько у насъ жизнь подъ полярнымъ кругомъ хуже, чѣмъ жизнь подъ экваторомъ. Средняя температура на Землѣ равняется +15° по Цельсію; средняя температура Марса должна быть много ниже точки замерзанія воды, вѣроятно около—18° холода. Здѣсь, на нашей Землѣ, точка кипѣнія воды есть 100°, а точка замерзанія воды 0° (по Цельсію); такъ какъ средняя температура Земли равна 15°, то вода почти всегда и всюду находится въ жидкомъ состояніи. На Марсѣ вода обыкновенно должна быть въ твердомъ состояніи—въ видѣ льда, снѣга, инея или чего-нибудь въ томъ же родѣ. Но при крайне разрѣженной атмосферѣ вода должна закипать при очень низкой температурѣ, и нѣтъ ничего невозможнаго въ томъ, что подъ дѣйствіемъ падающихъ отвѣсно лучей Солнца, въ полдень, въ жаркомъ поясѣ Марса, не только таетъ ледъ, но образовавшаяся вода испаряется, съ тѣмъ, чтобы опять замерзнуть и выпасть въ видѣ снѣга ночью. Ньюкомъ, знаменитѣйшій астрономъ нашего времени († 1909 г.), считалъ, что «въ теченіе ночи на Марсѣ, даже въ экваторіальныхъ областяхъ, температура на поверхности планеты вѣроятно падаетъ ниже, нежели случалось намъ испытывать на поверхности нашей Земли. Если тамъ существуетъ вода, то она не только должна замерзать, но даже температура льда должна спускаться много ниже точки замерзанія... Наиболѣе тщательные разсчеты показываютъ, что если на сосѣдней съ нами планетѣ находится значительное количество воды, то эта вода должна быть въ состояніи льда и никогда не растаиваетъ болѣе, чѣмъ на одинъ или два дюйма въ глубину, и то только въ жаркомъ поясѣ и въ теченіе нѣсколькихъ часовъ каждаго дня». Относительно снѣжныхъ шапочекъ Марса Ньюкомъ думаетъ, что совершенно невозможно допустить обильное выпаденіе снѣга; онъ считаетъ, что бѣлыя шапки образованы тонкимъ слоемъ инея, и не слѣдуетъ удивляться, что такой слой постепенно исчезаетъ подъ дѣйствіемъ лучей Солнца: вѣдь каждый изъ двухъ полюсовъ Марса по очереди бываетъ обращенъ къ Солнцу въ теченіе болѣе 300 дней. Выводъ, къ которому приходитъ Ньюкомъ, таковъ: «Вотъ какого рода метеорологическія измѣненія должны быть на Марсѣ; это очень слабыя измѣненія, совершенно не похожія на то, что происходитъ на Землѣ; все же, между тѣмъ, что происходитъ на Марсѣ и на Землѣ, можно провести нѣкоторую аналогію. Вмѣсто выпаденія снѣга на Марсѣ осаждается иней; высота барометра достигаетъ только нѣсколькихъ долей миллиметра, вмѣсто нѣсколькихъ футовъ и дюймовъ, какъ на Землѣ; наконецъ, вмѣсто вѣтра или бури—едва замѣтное движеніе воздуха, болѣе разрѣженнаго, чѣмъ на вершинахъ Гималайскихъ горъ; такова, въ главныхъ чертахъ, вся марсіанская метеорологія».

Итакъ, Марсъ не является такимъ застывшимъ міромъ, какъ нашъ спутникъ Луна, но все же, хотя на немъ и происходятъ слабыя колебанія

климата или погоды, онъ совершенно не приспо-лобленъ для поддержанія и развитія разнообразныхъ формъ органической жизни.

О планетѣ Меркурій мы почти ничего не знаемъ. Меркурій меньше Марса, но больше Луны, и отличается отъ этихъ тѣлъ въ томъ отношеніи, что находится гораздо ближе къ Солнцу и получаетъ, на единицу площади, во много разъ больше свѣта и тепла. Должно поэтому думать, что вода на Меркуріѣ, если она тамъ есть, находится въ газообразномъ состояніи, а не въ твердомъ, какъ на Марсѣ. Эта маленькая планета, кромѣ того, отражаетъ свѣтъ Солнца весьма слабо и на ней незамѣтно облаковъ. Были замѣчены какія-то темныя пятна на поверхности Меркурія, и лучшіе наблюдатели допускаютъ, что планета всегда обернута къ Солнцу одной и той же своей стороной. Если это вѣрно, то на одной сторонѣ планеты господствуетъ вѣчный мракъ и холодъ, тогда какъ другое полушаріе накалено лучами Солнца до крайней степени.

Венера почти совершенно такой же величины, какъ Земля, и условія, господствующія въ ея атмосферѣ, вѣроятно, такія же, какъ и у насъ; сила тяжести на поверхности этой планеты почти равна силѣ тяжести на поверхности Земли. Но мы почти ничего не знаемъ объ устройствѣ поверхности Венеры; это планета очень яркая, отражающая болѣе 0.7 падающаго на нее солнечнаго свѣта. Надо думать, что мы никогда не видимъ дѣйствительную поверхность планеты и наблюдаемъ лишь слой густыхъ облаковъ въ ея

атмосферѣ. Такъ какъ почти никогда не удается замѣтить на Венерѣ какія-либо опредѣленныя очертанія или темныя пятна, то вопросъ о времени вращенія планеты около ея оси до сихъ поръ остается спорнымъ. Скіапарелли и нѣкоторые другіе наблюдатели считаютъ, что Венера вращается около оси во столько времени, во сколько обходитъ по орбитѣ около Солнца [1]. Другіе полагаютъ, что время вращенія Венеры немного менѣе двадцати четырехъ часовъ. Если это такъ, то Венера можетъ быть отнесена къ числу тѣхъ тѣлъ солнечной системы, которыя приспособлены для жизни человѣка.

Солнце, подобно Лунѣ, обладаетъ замѣтною даже для невооруженнаго глаза поверхностью, но на этой поверхности совершенно не видно никакихъ подробностей. Въ телескопъ особенно замѣтно рѣзкое различіе между Солнцемъ и Луною, и еще больше выступаетъ это различіе при сравненіи размѣровъ, объемовъ и плотностей этихъ двухъ тѣлъ. Главное различіе, конечно, заключается въ томъ, что Солнце само испускаетъ свѣтъ и тепло, а не отражаетъ его.

Безъ всякаго сомнѣнія, это зависитъ прежде всего отъ огромныхъ размѣровъ Солнца. Луна есть тѣло холодное, мертвое, неизмѣняющееся, потому что она очень мала; Солнце—яркое, горячее, на которомъ происходятъ грандіозныя и

[1]) Въ этомъ случаѣ къ Солнцу будетъ обращена постоянно одна и та же сторона планеты, какъ это и есть у Меркурія. *Примѣч. переводчика.*

непрерывныя измѣненія, потому что это необычайно огромное тѣло.

Оба небесныхъ свѣтила—и Солнце, и Луна—кажутся на небѣ одинаковой величины; но такъ какъ Солнце въ 400 разъ дальше отъ насъ, чѣмъ Луна, то дѣйствительный поперечникъ Солнца долженъ быть въ 400 разъ больше поперечника Луны. Это значитъ, что поверхность Солнца въ 400×400, т.-е. въ 160 000 разъ больше поверхности Луны, а объемъ Солнца въ 400 × 400 × 400 разъ, т.-е. въ 64 000 000 разъ больше объема Луны. Какъ видно, различіе между этими двумя свѣтилами необычайно велико.

Жаръ, испускаемый Солнцемъ, столь великъ, что крайне трудно наблюдать это свѣтило въ телескопъ. Употребленіе темныхъ стеколъ для предохраненія глаза оказывается достаточнымъ только при наблюденіяхъ Солнца въ маленькіе телескопы. Было придумано много разныхъ способовъ отдѣлаться отъ значительной части солнечнаго тепла и свѣта. Самый простой пріемъ наблюденія заключается въ томъ, что противъ окуляра телескопа укрѣпляется неподвижный бѣлый экранъ, на который и падаетъ изображеніе Солнца; вмѣсто картоннаго экрана можно помѣстить чувствительную фотографическую пластинку и получить снимокъ Солнца, который можно изучить впослѣдствіи.

Вся поверхность Солнца при наблюденіяхъ въ телескопъ кажется какъ бы зернистою, покрытою очень мелкими, неправильными пятнышками. Хотя эта зернистость и всегда есть на Солнцѣ,

однако ее не такъ ужъ легко замѣтить, и при первомъ бѣгломъ взглядѣ на Солнце ее можно и проглядѣть. Время отъ времени, кромѣ того, на Солнцѣ бываютъ видны темныя п я т н а, форма и размѣры которыхъ постоянно мѣняются Слѣдя за этими пятнами, Галилей пришелъ къ убѣжденію, что Солнце вращается около своей оси немного менѣе, чѣмъ въ двадцать пять дней; а въ XIX столѣтіи Швабе открылъ, что число и величина солнечныхъ пятенъ не всегда одинаковы, но изъ года въ годъ мѣняются, и что можно подмѣтить нѣкоторую періодичность этой смѣны; весь періодъ равенъ приблизительно одиннадцати годамъ. Можно замѣтить такое время, когда на Солнцѣ совсѣмъ нѣтъ пятенъ, затѣмъ появляются въ небольшомъ количествѣ мелкія пятна; число пятенъ и ихъ величина понемногу, изъ года въ годъ увеличиваются, потомъ снова количество пятенъ начинаетъ убывать, пока опять не наступитъ, спустя одиннадцать лѣтъ, такое время, когда на Солнцѣ совсѣмъ не появляются пятна. По общему правилу число пятенъ быстрѣе увеличивается и медленнѣе убываетъ.

Въ большинствѣ случаевъ группа солнечныхъ пятенъ существуетъ только нѣсколько дней, но нѣкоторыя группы (приблизительно одна изъ четырехъ) существуютъ настолько долго, что появляются послѣ цѣлаго оборота Солнца вторично; такая группа, слѣдовательно, существуетъ не менѣе одного мѣсяца. Въ очень рѣдкихъ случаяхъ жизнь пятна продолжалась до полугода.

Обычной формой группы солнечныхъ пятенъ является нѣчто вродѣ цѣпочки, вытянутой параллельно экватору Солнца, при чемъ во главѣ всего ряда находится самое большое, правильное и вполнѣ развившееся пятно; за нимъ тянутся маленькія, неправильныя и плохо развившіяся пятна, и весь рядъ заключается опять большимъ пятномъ, иногда не менѣе передняго пятна, но заднее пятно никогда не бываетъ правильной формы. Передовое, какъ бы ведущее всю группу пятно въ теченіе недолгаго времени движется впередъ много быстрѣе остальныхъ пятенъ той же группы, со скоростью около 12 000 километровъ въ сутки.

Маленькое среднее пятно при этомъ постепенно пропадаетъ или вѣрнѣе какъ бы заливается тою блестящею поверхностью Солнца, которая носитъ названіе ф о т о с ф е р ы. Пятно, находящееся въ концѣ всего ряда, разбивается немного позднѣе на болѣе мелкія пятна, а передовое пятно, принявшее почти совершенно точную форму круга, остается одно, и такъ можетъ еще просуществовать нѣсколько недѣль. Наконецъ, и это пятно медленно сокращается или раздѣляется на части, и все явленіе приходитъ къ концу. Такой ходъ развитія можно наблюдать во многихъ случаяхъ, но конечно не всегда дѣло идетъ именно такъ, какъ это только что описано. Появленіе и развитіе самыхъ большихъ пятенъ всегда имѣетъ тѣ или другія особенности.

Величина солнечныхъ пятенъ весьма разнообразна. Самыя мелкія пятна кажутся точками, замѣтными только въ сильные телескопы; но зато попадаются также и огромные разрывы солнечной фотосферы, площадь которыхъ иногда насчитываетъ милліоны и даже милліарды квадратныхъ километровъ; большая группа пятенъ, появившаяся въ февралѣ 1905 года, занимала площадь въ 6 000 000 000 квадратныхъ километровъ, т.-е. въ тысячу разъ превосходила поверхность всей Европы.

Съ солнечными пятнами («maculae» по терминологіи первыхъ наблюдателей Солнца) тѣсно связаны такъ называемые ф а к е л ы: это длинныя, развѣтвляющіяся полоски, необычайно яркія, такъ что они выступаютъ даже на ослѣпительной поверхности Солнца и своимъ видомъ напоминаютъ пѣнистые гребни волнъ набѣгающаго морского прилива. Факелы часто сопровождаютъ появленіе пятенъ: пятно постепенно образуется тамъ, гдѣ уже появились факелы, и послѣ окончательнаго исчезновенія пятна на томъ же мѣстѣ еще долго можно видѣть разорванные ряды этихъ яркихъ полосокъ.

Факелы несомнѣнно возвышаются надъ обычнымъ уровнемъ солнечной поверхности; пятна напротивъ кажутся впадинами въ фотосферѣ. Это можно вывести изъ того, что время отъ времени случается видѣть, какъ яркая матерія фотосферы разливается по поверхности пятна, пересѣкаетъ его и даже какъ бы вливается внутрь пятна. Но все же нѣтъ достаточныхъ основаній считать пятна очень глубокими, не только по сравненію со всѣмъ Солнцемъ цѣли-

комъ, но даже относительно видимаго поперечника пятна.

Солнечныя пятна образуются не во всѣхъ областяхъ Солнца. Почти никогда не случалось отмѣчать появленіе пятенъ выше 40⁰ солнечной широты; огромное большинство пятенъ возникаетъ въ двухъ поясахъ, заключенныхъ между 5⁰ и 25⁰ широты по обѣ стороны экватораСолнца [1]). Факелы, напротивъ, попадаются даже недалеко отъ полюсовъ Солнца, хотя и они гораздо многочисленнѣе въ поясахъ образованія пятенъ.

Очень трудно найти на Землѣ какое-либо явленіе, которое напоминало бы солнечныя пятна со всѣми ихъ особенностями. Первые наблюдатели думали, что пятна похожи на земные вулканы и во всякомъ случаѣ являются какими-то изверженіями на поверхности Солнца. Но если бы внутри Солнца существовало твердое ядро, и пятна являлись бы изверженіями, возникающими на опредѣленныхъ участкахъ этого ядра, то всѣ пятна имѣли бы одинаковый періодъ вращенія около оси Солнца; между тѣмъ, пятна почти совершенно свободно перемѣщаются по поверхности Солнца, а кромѣ того скорость вращенія различна въ разныхъ частяхъ Солнца: экваторіальный поясъ вращается всего быстрѣе,

---

[1]) Такъ какъ Солнце, подобно Землѣ, вращается около своей оси, то оказывается возможнымъ опредѣлить положеніе экватора Солнца и отсчитывать широту любой точки на поверхности Солнца, подобно тому, какъ на Землѣ отсчитывается географическая широта. *Примѣч. переводчика.*

и чѣмъ ближе къ полюсу данный поясъ, тѣмъ медленнѣе происходитъ его вращеніе. Этого одного уже достаточно, чтобы убѣдиться въ томъ, что Солнце не есть твердое тѣло. Слѣдуетъ думать, что въ глубинѣ Солнца, значительно ниже фотосферы, вещество, образующее всю массу Солнца, пришло къ какому-то опредѣленному состоянію и имѣетъ нѣкоторую устойчивую структуру. На эту мысль наводитъ наблюдаемый порядокъ возникновенія пятенъ въ теченіе одиннадцатилѣтняго періода. Вскорѣ послѣ того времени, когда на Солнцѣ почти совсѣмъ не было пятенъ, т.-е. послѣ минимума солнечныхъ пятенъ, пятна начинаютъ возникать въ высокихъ широтахъ, вдали отъ солнечнаго экватора; съ увеличеніемъ числа пятенъ, тѣ области, гдѣ ихъ появляется больше всего, начинаютъ постепенно сдвигаться къ экватору, и наконецъ, когда дѣятельность Солнца достигаетъ своего наибольшаго развитія, когда наступаетъ, какъ говорятъ, максимумъ солнечныхъ пятенъ, образованіе пятенъ происходитъ всего сильнѣе въ двухъ поясахъ, вблизи экватора Солнца. Послѣ этого число пятенъ начинаетъ убавляться, но уменьшеніе это идетъ всего быстрѣе въ высокихъ широтахъ Солнца, и ко времени слѣдующаго минимума пятна видны лишь близъ экватора. Прежде чѣмъ окончательно исчезнутъ пятна заканчивающагося періода, появляются новыя мелкія пятна, опять далеко отъ экватора; это первые вѣстники новаго періода дѣятельности Солнца.

Этотъ законъ образованія солнечныхъ пятенъ названный закономъ Шпёрера по имени открывшаго его астронома, указываетъ, что причина всей пятнообразовательной дѣятельности Солнца заключена внутри него самого. Было время, когда думали, что возникновеніе пятенъ зависитъ отъ какого-то вліянія Юпитера, такъ какъ Юпитеръ обходитъ кругомъ Солнца разъ въ 11.8 лѣтъ, что близко совпадаетъ съ періодомъ солнечныхъ пятенъ; думали такъ же, что появленіе пятенъ связано съ какимъ-либо потокомъ метеоровъ. Но законъ Шпёрера не можетъ быть созданъ какими-либо внѣшними вліяніями. Конечно, солнечныя пятна, появившись на поверхности Солнца, могутъ подвергаться какому-либо вліянію со стороны планетъ, и въ частности со стороны Земли; такъ напр. Вальтеру Маундеру удалось показать, что число пятенъ и ихъ величина меньше на западной половинѣ диска Солнца, какъ мы видимъ его съ Земли, чѣмъ на восточной, и что значительно больше группъ пятенъ появляется съ восточнаго края, нежели скрывается отъ насъ на западномъ краю Солнца. Получается впечатлѣніе, что вліяніе Земли ослабляетъ пятнообразовательную дѣятельность Солнца.

Наблюденіе Солнца при обычныхъ условіяхъ еще не даетъ возможности изучить всѣ особенности дневного свѣтила. Истинные размѣры Солнца значительно больше, нежели это можно вывести, измѣряя видимый дискъ Солнца. Дважды въ теченіе каждаго года Луна во время ново-

лунія становится между Землею и Солнцемъ, и мы имѣемъ возможность наблюдать затменіе Солнца, потому что темное непрозрачное тѣло Луны закрываетъ отъ насъ частью или цѣликомъ блестящую поверхность Солнца. Видимые диски Солнца и Луны почти одинаковой величины, а потому полное затменіе Солнца всякій разъ можетъ наблюдаться только въ очень узкой полосѣ земной поверхности, а такъ какъ Луна движется гораздо быстрѣе, чѣмъ Солнце, то и продолжительность полнаго затменія обыкновенно очень мала—самое большее 7 минутъ, но почти всегда лишь 2—3 минуты. Кь сѣверу и къ югу отъ полосы полнаго затменія Луна закрываетъ только часть Солнца, оставляя открытой другую его часть. Полное затменіе, поэтому, очень рѣдкое явленіе для какого-нибудь одного опредѣленнаго мѣста на Землѣ, и если бы какой-нибудь человѣкъ сталъ выбирать наилучшее мѣсто для наблюденія каждаго полнаго затменія, то ему потребовалось бы 30 лѣтъ для того, чтобы въ общей сложности получить продолжительность полнаго затменія въ одинъ часъ [1]).

Затменіе Луны всегда видно на цѣлой половинѣ земного шара одновременно, такъ какъ въ этомъ случаѣ происходитъ дѣйствительное уменьшеніе количества отраженнаго Луной свѣта.

---

[1]) Ближайшее полное затменіе Солнца, видимое въ Россіи, произойдетъ 8 августа (стар. ст.) 1914 года. Полоса полнаго затменія пройдетъ черезъ города: Ригу, Минскъ, Кіевъ и Ѳеодосію. *Примѣч. переводчика.*

Лунныя затменія случаются тогда, когда Луна проходитъ по своей орбитѣ сзади Земли, и Земля, находясь между Солнцемъ и Луной, преграждаетъ большую часть солнечнаго свѣта, падающаго на Луну. Только тѣ лучи Солнца, которые пронизали атмосферу Земли, достигаютъ при этомъ лунной поверхности, и окрашиваютъ Луну въ густой мѣдно-красный цвѣтъ, темнѣе, чѣмъ бываетъ окрашена Луна, восходящая туманнымъ вечеромъ.

Всякое полное солнечное затменіе хорошо оплачиваетъ всѣ усилія, потраченныя для наблюденія этого явленія. Необычайно эффектное зрѣлище получается при медленномъ наползаніи черной тѣни на яркій дискъ Солнца; яркіе лучи продолжаютъ пронизывать воздухъ до самаго послѣдняго момента, когда вдругъ исчезаетъ послѣдняя сверкающая полоска на краю затмеваемаго Солнца. Крайне интересно прослѣдить, какъ блекнутъ яркія цвѣта ландшафта и мертвенно-свинцовая окраска надвигается на всю природу, какъ вдругъ около чернаго диска Луны, закрывшей Солнце, вспыхиваетъ серебристаго цвѣта сіяніе, близъ самаго диска смѣшанное съ розовато-красными языками пламени.

Эти розоватые языки носятъ названіе выступовъ или протуберанцевъ, а серебристое сіяніе—это корона; именно для того, чтобы наблюдать эти части Солнца, астрономы предпринимали рядъ экспедицій въ разныя страны въ теченіе послѣднихъ семидесяти лѣтъ. Протуберанцы можно наблюдать и внѣ затменій, помощью спектроскопа; это возможно потому, что протуберанцы состоятъ изъ накаленныхъ свѣтящихся газовъ, главнымъ образомъ изъ водорода, кальція и гелія.

Эти накаленные газы образуютъ вокругъ всего Солнца слой, толщина котораго доходитъ до 5000 километровъ; этотъ слой носитъ названіе хромосферы. Въ этой хромосферѣ и зарождаются тѣ неправильные облако-образные или имѣющіе видъ фонтановъ выступы, которые выше были названы протуберанцами. Обыкновенно протуберанцы не поднимаются выше 70 или 80 тысячъ километровъ, но въ нѣкоторыхъ рѣдкихъ случаяхъ они достигаютъ высоты въ 400 и даже въ 500 тысячъ километровъ надъ поверхностью Солнца. Быстрыя измѣненія протуберанцевъ не менѣе замѣчательны, нежели ихъ размѣры: извѣстны случаи, когда гигантскіе фонтаны въ 100 или 200 тысячъ километровъ высоты возникали, развивалась и затѣмъ вполнѣ исчезали въ теченіе одного часа, а отмѣченная при этомъ скорость движенія матеріи доходила до 500 километровъ въ секунду.

Больше всего наблюдается протуберанцевъ и они достигаютъ наибольшей величины въ то время, когда на Солнцѣ больше всего пятенъ и факеловъ, и чѣмъ меньше видно пятенъ, тѣмъ меньше и протуберанцевъ. Корона тоже измѣняется въ зависимости отъ числа солнечныхъ пятенъ. Во время максимума солнечныхъ пятенъ корона состоитъ изъ большого числа отдѣльныхъ струй и лучей, какъ бы убѣгающихъ отъ

Солнца по всѣмъ направленіямъ; тогда корона напоминаетъ своимъ видомъ какую-то огромную звѣзду [1]). Во время минимума корона имѣетъ болѣе простой видъ, простираясь въ видѣ двухъ огромныхъ крыльевъ къ востоку и къ западу отъ экватора Солнца; на полюсахъ въ это время замѣтны только отдѣльныя нѣжныя струйки. Отдѣльные лучи, а также и крылья короны простираются иногда на огромное разстояніе отъ Солнца. Вальтеръ Маундеръ сфотографировалъ во время затменія 1898 года корону Солнца, одинъ лучъ которой простирался на разстояніе въ 10 милліоновъ километровъ, а Ланглей, въ чистомъ воздухѣ на вершинѣ горы Пиксъ [2]), прослѣдилъ невооруженнымъ глазомъ одно крыло короны 1878 года на протяженіи еще вдвое большемъ.

Быстрыя измѣненія, происходящія въ солнечныхъ пятнахъ, и грандіозные взрывы, порождающіе протуберанцы, даютъ только слабое указаніе на то огромное количество энергіи, которымъ обладаетъ Солнце. Здѣсь мы можемъ только сопоставить нѣкоторыя числа, все значеніе которыхъ трудно сразу понять,—такъ они велики. Свѣтъ Солнца превосходитъ свѣтъ Луны въ 600000 разъ, такъ что если бы даже все небо было сплошь покрыто дисками полной Луны, оно не давало бы даже $^1/_4$ всего количества свѣта, какое даетъ

¹) Т. е. условное изображеніе звѣзды, со многими лучами. *Примѣч. переводчика.*

²) Въ Скалистыхъ горахъ Сѣверной Америки. *Примѣч. переводчика.*

намъ Солнце. Интенсивность солнечнаго свѣта значительно превосходитъ всякій искусственный источникъ свѣта: свѣтъ Солнца въ 150 разъ ярче свѣта накаленной до-бѣла извести, и въ 3 или 4 раза ярче самой яркой части электрической дуги. Какое огромное количество тепла излучается Солнцемъ, можно показать разными способами. Очень наглядная иллюстрація придумана Юнгомъ: если бы, говоритъ онъ, Солнце было заключено въ оболочку льда толщиною въ 64 фута, то весь этотъ ледъ растаялъ бы въ одну минуту, а если бы былъ построенъ съ Земли на Солнце ледяной мостъ, имѣющій въ длину 150 милліоновъ километровъ, а въ толщину—6 квадратныхъ километровъ, и на этотъ мостъ былъ бы сосредоточенъ весь жаръ Солнца, то онъ растаялъ бы въ одну секунду, а въ 7 секундъ вполнѣ испарился. Но Земля получаетъ отъ Солнца не только свѣтъ и тепло; дѣйствительно, любая форма энергіи, существующая на Землѣ, возникаетъ въ результатѣ преобразованія энергіи солнечнаго свѣта и тепла: энергія, потребная для роста растеній, жизненная энергія животныхъ, все это—только энергія, полученная съ Солнца, но измѣнившая свою форму.

Естественно возникаетъ вопросъ: «Если Солнце, отъ котораго зависитъ все существующее на Землѣ, претерпѣваетъ въ теченіе одиннадцатилѣтняго періода цѣлый циклъ измѣненій, то не вліяютъ ли эти измѣненія на ходъ земной жизни?» Съ перваго взгляда можетъ показаться, что вліяніе должно быть вполнѣ очевиднымъ и очень

значительнымъ. Солнечное пятно, какое было видно въ февралѣ 1905 года, имѣющее площадь въ тысячу разъ больше всей Европы, въ которое цѣлые міры величиной съ нашу Землю могутъ быть всыпаны, какъ горошины въ соусникъ, должно вызывать, можно подумать, огромное уменьшеніе испускаемаго Солнцемъ тепла.

Однако, это не такъ. Прежде всего, такое большое пятно все-таки очень мало сравнительно съ цѣлымъ Солнцемъ. Если бы пятно было въ дѣйствительности совершенно черньмъ, оно задерживало бы гораздо менѣе, чѣмъ 1 процентъ всего количества тепла, излучаемаго Солнцемъ; но на самомъ дѣлѣ, даже самыя темныя на видъ пятна очень ярки [1]). Кромѣ того, чѣмъ больше пятенъ, тѣмъ больше факеловъ и тѣмъ они ярче; поэтому до сихъ поръ неизвѣстно, когда сильнѣе происходитъ излученіе энергіи Солнца, во время максимума или во время минимума солнечныхъ пятенъ. Если даже погода на Землѣ имѣетъ какое-либо отношеніе къ періоду солнечныхъ пятенъ, то это соотношеніе должно быть очень сложнымъ; до сихъ поръ такой зависимости погоды отъ дѣятельности Солнца не обнаружено. Такъ, напр., очень плохое и холодное лѣто отмѣчено въ Англіи въ 1860 году и въ 1879 году, т.-е. одинъ разъ во время максимума, а въ другой разъ во время минимума солнечныхъ пятенъ. Точно такъ же жаркое лѣто было въ 1893 и въ

1) Пятна кажутся темными только по сравненію съ еще болѣе яркой фотосферой Солнца. *Примѣч. переводчика.*

1911 годахъ, опять одно во время максимума, другое во время минимума. Равнымъ образомъ, годы съ умѣренной температурой приходились на различныя фазы дѣятельности Солнца.

И все-таки Земля нѣкоторымъ образомъ отзывается на измѣненія, происходящія на Солнцѣ. Земля является своего рода магнитомъ, при чемъ напряженіе и направленіе земного магнетизма все время мѣняется. Для того, чтобы слѣдить за этими измѣненіями, построены очень чувствительныя магнитныя стрѣлки, которыя въ теченіе сутокъ слабо колеблются туда и сюда. Это суточное колебаніе яснѣе замѣтно лѣтомъ, чѣмъ зимой, но кромѣ того оно много больше во время максимума пятенъ на Солнцѣ, нежели во время минимума, обнаруживая такимъ образомъ зависимость отъ дѣятельности Солнца.

Болѣе того, время отъ времени магнитная стрѣлка подвергается болѣе или менѣе значительному возмущенію; въ рѣдкихъ случаяхъ даже нарушается по всему свѣту передача съ помощью электричества телеграммъ, какъ это было, напримѣръ, 25 сентября 1905 года, когда даже подводные кабели прекратили передачу сигналовъ на нѣсколько часовъ. Въ огромномъ большинствѣ случаевъ, когда случается такая «магнитная буря», на Солнцѣ наблюдается большое или очень сложное пятно. Авторъ этой книжки могъ даже въ 1904 году доказать, что такія магнитныя бури снова повторяются, когда къ Землѣ поворачивается въ точности тотъ самый меридіанъ Солнца, гдѣ находится пятно. Такъ, въ

февралѣ 1892 года, когда на срединѣ солнечнаго диска находилось огромное пятно, на Землѣ разразилась сильнѣйшая магнитная буря. Пятно вслѣдствіе вращенія Солнца скрылось изъ виду и вмѣстѣ съ тѣмъ прекратилась магнитная буря. Но черезъ мѣсяцъ, когда пятно вновь было приведено вращеніемъ Солнца на середину солнечнаго диска и вновь оказалось направленнымъ прямо къ Землѣ, снова по Землѣ пронеслось сильное магнитное возмущеніе. Такія магнитныя возмущенія, можно думать, вызываются потоками частицъ матеріи, бѣгущими отъ нѣкоторыхъ опредѣленныхъ частей Солнца и, возможно, сходными съ прямыми лучами солнечной короны. Эти потоки частицъ, выброшенные въ пространство, не разсѣиваются равномѣрно во всѣ стороны, подобно лучамъ свѣта и тепла, но идутъ по опредѣленному направленію, встрѣчаютъ время отъ времени Землю на ея орбитѣ и вызываютъ магнитную бурю, возникающую на всей Землѣ въ одинъ и тотъ же моментъ.

Юпитеръ, послѣ Солнца, самое большое тѣло въ солнечной системѣ и особенно красивый объектъ для наблюденія въ телескопъ. Даже въ маленькую астрономическую трубу виденъ дискъ планеты, по которому тянутся нѣжно-окрашенныя полоски, тамъ и сямъ пересѣченныя бѣлыми облачками и темными черточками, что напоминаетъ видъ неба на закатѣ Солнца передъ вѣтряной погодой. Довольно легко можно замѣтить измѣненія вида поверхности Юпитера, несмотря на то, что онъ удаленъ отъ насъ на

разстояніе въ 600 000 000 километровъ: планета такъ быстро вращается около своей оси, что нетрудно видѣть, какъ перемѣщаются всѣ детали на ея поверхности.

Это быстрое вращеніе Юпитера—полный оборотъ совершается менѣе, чѣмъ въ 10 часовъ—есть наиболѣе замѣчательная особенность этой планеты. Разныя детали поверхности Юпитера, даже подъ одной и той же широтой, вращаются съ разной скоростью; это несомнѣнно доказываетъ, что мы наблюдаемъ не твердую почву планеты, но ея облачный покровъ, расположившійся вслѣдствіе быстраго вращенія Юпитера въ видѣ ряда параллельныхъ полосъ.

Одна деталь поверхности Юпитера, большое «красное пятно», наблюдается уже съ 1878 года, но, вѣроятно, уже была замѣчена еще за 200 лѣтъ до того. Это—большое овальное образованіе, какъ бы заключенное въ рамку такой же формы; нѣсколько лѣтъ спустя послѣ 1878 года пятно потускнѣло и почти совсѣмъ пропало, но рамка пятна сохранилась. Красное пятно по своимъ размѣрамъ (сравнительно съ Юпитеромъ) и по своему положенію походитъ на Австралію,—тогда какъ Австралія движется при вращеніи Земли, какъ твердая часть этой послѣдней, никогда не догоняя Южную Америку и не убѣгая отъ Африки, красное пятно на Юпитерѣ обгонялось многими другими пятнами и облаками и даже не сохраняло изъ года въ годъ скорость своего движенія.

Другія пятна на Юпитерѣ далеко не такъ устойчивы по своему строенію, какъ знаменитое

«красное пятно». Время отъ времени образуется цѣлый рядъ бѣлыхъ круглыхъ пятенъ, какъ бы изверженныхъ изъ глубины планеты, и вытягивается въ видѣ полоски параллельно экватору. Иногда темные пояса претерпѣваютъ измѣненія цвѣта, ширины и становятся сложнѣе и запутаннѣе. Вообще на Юпитерѣ происходятъ сильныя и непрерывныя измѣненія.

Подобныя измѣненія могутъ происходить только при наличности достаточнаго количества энергіи, главнымъ образомъ въ формѣ тепла. Если бы Юпитеръ получалъ тепло только отъ Солнца, онъ былъ бы холоднѣе Марса и былъ бы совершенно обледенѣвшимъ шаромъ. Но наблюдаемые на его поверхности стремительные порывы и быстро бѣгущія облака обусловливаютъ наличность тепла и дѣятельности—при этомъ тепла, присущаго самой планетѣ, а не полученнаго извнѣ. Тогда какъ Марсъ по всѣмъ своимъ свойствамъ больше походитъ на Луну, чѣмъ на Землю, Юпитеръ имѣетъ гораздо больше сходства съ Солнцемъ.

Самою замѣчательною особенностью Сатурна является его кольцо. Ничего подобнаго нѣтъ во всей солнечной системѣ; всѣ остальныя планеты—просто круглые шары. Глядя на Сатурна, мы видимъ плоскій дискъ, центральная часть котораго отсутствуетъ; этотъ дискъ окружаетъ планету, находясь въ плоскости ея экватора, но нигдѣ не касаясь поверхности Сатурна—между кольцомъ и планетой находится пустой промежутокъ въ 11 тысячъ километровъ шириной.

Кольцо кажется совершенно круглымъ; ширина его достигаетъ 67 000 километровъ. Однако, кольцо не есть плоская непрерывная поверхность, какъ это кажется при его разсматриваніи въ телескопъ. Въ дѣйствительности оно состоитъ изъ огромнаго числа отдѣльныхъ очень маленькихъ спутниковъ, похожихъ, вѣроятно, на пыль или камешки; этихъ мелкихъ осколковъ такое количество, что на большомъ разстояніи они даютъ впечатлѣніе сплошного кольца, или, говоря точнѣе, трехъ или четырехъ отдѣльныхъ колецъ, такъ какъ въ кольцѣ замѣчены раздѣленія; внутреннее болѣе широкое дѣленіе названо по имени астронома, открывшаго его, дѣленіемъ Кассини, а внѣшнее, болѣе узкое, дѣленіемъ Энке. Самая внутренняя часть кольца имѣетъ темноватый видъ, темнѣе, чѣмъ сама планета и чѣмъ внѣшнія части кольца, и поэтому называется «туманнымъ кольцомъ».

О самомъ Сатурнѣ мы знаемъ довольно мало. Онъ находится еще дальше отъ насъ, чѣмъ Юпитеръ, и детали на его поверхности не имѣютъ такого рѣзко-выраженнаго характера; въ общемъ Сатурнъ очень похожъ на Юпитера. Сатурнъ вращается около своей оси очень быстро, въ 10 час. 14 мин; на его поверхности видны темныя полосы, раздѣленныя свѣтлыми пятнами, того же характера, какъ и на Юпитерѣ. Сатурнъ, вѣроятно, имѣетъ не меньшій запасъ внутренняго тепла, чѣмъ Юпитеръ.

Уранъ и Нептунъ много меньше Юпитера и Сатурна, но гораздо больше Земли. Вслѣдствіе

большого разстоянія этихъ планетъ отъ Земли и отъ Солнца, диски ихъ кажутся очень маленькими и слабо-освѣщенными. Въ телескопъ почти ничего нельзя разсмотрѣть на этихъ планетахъ, кромѣ слабыхъ намековъ на полоски, сходныя съ наблюдаемыми на поверхности Юпитера; можно думать, что разсматривая Уранъ и Нептунъ, мы видимъ только самую внѣшнюю поверхность этихъ планетъ, состоящую изъ густого слоя облаковъ.

Можно утверждать, что въ солнечной системѣ замѣчается такое общее правило: большія тѣла сильно нагрѣты и находятся въ состояніи энергичной дѣятельности и быстрыхъ измѣненій; малыя тѣла, напротивъ, менѣе нагрѣты и менѣе дѣятельны, а самыя маленькія совершенно холодны, инертны и не проявляютъ никакой жизни. Наша Земля, занимая въ этомъ ряду среднее положеніе, сама есть тѣло холодное, но находится на такомъ разстояніи отъ Солнца, что получаетъ вполнѣ достаточно, но не слишкомъ много, свѣта и тепла, а измѣненія, происходящія на земной поверхности, таковы, что не только не препятствуютъ, но даже поддерживаютъ развитіе разнообразныхъ формъ жизни.

Самыми малыми членами солнечной системы являются м е т е о р ы. Это—мелкіе камешки или даже пылинки, которыя движутся кругомъ Солнца роями по очень тѣсно расположеннымъ орбитамъ. Эти тѣла слишкомъ малы и слишкомъ разсѣяны, для того, чтобы ихъ можно было замѣтить вдали отъ Земли въ пустомъ пространствѣ; метеоры становятся замѣтными только тогда, когда, пересѣкая орбиту Земли, они сталкиваются съ Землею. Проникая въ нашу атмосферу съ огромною скоростью, метеоръ сильно накаляется отъ тренія объ атмосферу и начинаетъ свѣтиться; нагрѣваніе почти всегда доходитъ до такой степени, что камешекъ вполнѣ сгораетъ и только въ рѣдкихъ случаяхъ достигаетъ поверхности Земли [1]). Такъ какъ метеоры, принадлежащіе къ одному и тому же рою, при встрѣчѣ съ Землею движутся по путямъ параллельнымъ, то вслѣдствіе перспективы кажется, что сгорая въ атмосферѣ Земли, они всѣ расходятся изъ одной и той же точки неба, получившей названіе р а д і а н т ъ.

Нѣкоторые потоки падающихъ звѣздъ случаются ежегодно въ одно и то же время; такъ, около 21 апрѣля летятъ «Лириды», получившіе свое названіе отъ того, что радіантъ этихъ метеоровъ находится въ созвѣздіи Лиры; въ августѣ можно наблюдать потокъ «Персеидъ», радіантъ которыхъ лежитъ въ созвѣздіи Персея. Есть радіанты, проявляющіе свою дѣятельность одинъ разъ въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ: самый знаменитый потокъ метеоровъ, такъ называемыхъ «Л е о н и д ъ», радіантъ которыхъ находится въ созвѣздіи Льва, въ теченіе нѣсколькихъ столѣтій давалъ значительное количество падающихъ звѣздъ одинъ разъ въ тридцать три года; другой потокъ, наблюдаемый, какъ и Леониды, въ

[1]) Это явленіе извѣстно подъ названіемъ падающей звѣзды. *Примѣч. переводчика.*

ноябрѣ, бываетъ наиболѣе обильнымъ черезъ каждыя 13 лѣтъ.

Всѣ четыре перечисленные потока метеоровъ, а также и многіе другіе, движутся, какъ оказывается, по орбитамъ нѣкоторыхъ кометъ. Отсюда можно заключить, что рой метеоровъ получается вслѣдствіе постепеннаго распаденія кометы; это подтверждается тѣмъ, что въ декабрѣ 1845 года комета Біелы, такъ сказать, на глазахъ у наблюдателей раздѣлилась на двѣ части, а съ 1852 года ее уже болѣе никогда не видали; послѣ этого и сталъ разъ въ 13 лѣтъ выпадать обильный потокъ метеоровъ, имѣющій радіантъ въ созвѣздіи Андромеды, орбита котораго вполнѣ совпадаетъ съ орбитой пропавшей кометы.

Итакъ, метеоры—самыя мелкія, самыя незначительныя небесныя тѣла; возгораніе метеора—это послѣдній моментъ его исторіи—его смерть; метеоръ сгорѣлъ—и только ничтожное количество пепла прибавилось къ земной пыли.

Глава VI.

Звѣздный міръ.

Первый шагъ къ познанію звѣзднаго неба былъ сдѣланъ, когда неизвѣстные и въ настоящее время совершенно забытые астрономы ранѣе 2700 года до Р. Х. распредѣлили всѣ звѣзды по созвѣздіямъ, такъ какъ это несомнѣнно явилось первымъ шагомъ къ отличію одной звѣзды отъ другой. Когда стали называть одну звѣзду «звѣздою въ глазу Тельца», а другую «звѣздою въ плечѣ Гиганта»,

небо перестало казаться безпорядочнымъ собраніемъ свѣтящихся точекъ; было найдено средство различать между собою отдѣльныя звѣзды.

Слѣдующій шагъ былъ сдѣланъ Гиппархомъ, который составилъ каталогъ звѣздъ (въ 129 г. до Р. Х.), въ которомъ не только привелъ названіе каждой звѣзды, но и ея точно измѣренное положеніе на небѣ; этотъ каталогъ дошелъ до насъ черезъ Клавдія Птолемея (137 годъ послѣ Р. Х.).

Дальнѣйшій шагъ былъ сдѣланъ, когда Брадлей, третій королевскій астрономъ, опредѣлилъ въ Гриничѣ съ помощью телескопа положенія болѣе 3000 звѣздъ [1]).

Наконецъ, столѣтіемъ позднѣе, Аргеландеръ выпустилъ въ Боннѣ каталогъ, содержащій 330000 звѣздъ, а теперь на восемнадцати обсерваторіяхъ разныхъ странъ приготовляется фотографическій каталогъ и карта всего неба. Эта великая звѣздная карта, когда будетъ закончена, доставитъ намъ положенія и яркости болѣе 30 милліоновъ звѣздъ.

Естественно можетъ возникнуть вопросъ: «Для чего нужно знать положенія столькихъ звѣздъ? Какую разумную пользу могутъ принести каталоги въ 30 милліоновъ или даже 3000 звѣздъ?» Если имѣть въ виду только узко-практическія цѣли, то нужно отвѣтить, что изъ этихъ ката-

[1]) Важнѣйшія наблюденія Брадлея были выполнены въ 1750—1762 гг. Каталогъ наблюденныхъ Брадлеемъ 3000 звѣздъ выпущенъ въ 1818 году Бесселемъ. *Примѣч. переводчика.*

логовъ нельзя извлечь никакой пользы. Поэтому Маскелинъ, пятый королевскій астрономъ, ограничился наблюденіемъ только 36 звѣздъ; это было все, что ему нужно было для его «Морского Ежегодника», и этого, быть-можетъ съ небольшими дополненіями, вполнѣ достаточно для всѣхъ чисто-практическихъ цѣлей.

Но въ человѣкѣ есть неодолимое, ненасытное влеченіе къ знанію—только ради самого знанія, и это принуждаетъ его искать разрѣшенія возникшихъ вопросовъ. Тайны, скрытыя за холмами или за морями, всегда, во всѣ времена, побуждали людей къ изслѣдованіямъ. Загадки, скрытыя въ звѣздномъ небѣ, обладали не меньшей притягательной силой. Только поэтому были составлены каталоги звѣздъ, затѣмъ составлены еще разъ, потомъ расширены, дополнены и опять передѣланы заново. Строились инструменты все болѣе и болѣе точные, спеціально назначенные для опредѣленія положенія звѣздъ и самыя наблюденія стали выполняться все съ большимъ стараніемъ и съ большею точностью. Единственнымъ желаніемъ было при этомъ—знаніе ради самого знанія, а это знаніе могло быть добыто только необычайнымъ стараніемъ и терпѣніемъ.

Главнымъ инструментомъ для опредѣленія положеній звѣздъ служитъ такъ называемый пассажный инструментъ или меридіанный кругъ. На двухъ прочныхъ каменныхъ столбахъ помѣщаются концы оси, несущей телескопъ. Телескопъ можетъ вращаться около оси, подобно колесу, только въ одной плоскости;

онъ направленъ совершенно точно къ югу или къ сѣверу. Къ телескопу присоединенъ кругъ, весьма точно раздѣленный на градусы и на части градуса.

Въ теченіе двадцати четырехъ часовъ каждая звѣзда, какая только можетъ быть видима надъ горизонтомъ мѣста наблюденія, должна хотя бы одинъ разъ занять такое положеніе, что наблюдатель сможетъ навести телескопъ на эту звѣзду и отмѣтить по часамъ тотъ моментъ, когда звѣзда пересѣкаетъ паутинную нить, натянутую въ фокусѣ окуляра [1]). Послѣ этого астрономъ долженъ еще по раздѣленному кругу замѣтить подъ какимъ угломъ къ горизонту былъ направленъ при этомъ телескопъ. Этихъ двухъ данныхъ—момента прохожденія звѣзды черезъ нить телескопа и угла наклона телескопа къ горизонту—оказывается достаточно, чтобы опредѣлить положеніе звѣзды на небѣ.

«Но для чего же нужно повторять измѣренія и снова печатать каталоги? Если положеніе звѣзды уже опредѣлено, для чего нужно утруждать себя новыми наблюденіями? Развѣ добытые результаты не будутъ пригодны на вѣчныя времена?»

Отвѣтъ на эти вопросы дается самими каталогами, или вѣрнѣе рѣшеніе ихъ явилось само собою при наблюденіяхъ звѣздъ и приготовленіи каталоговъ. Земля вращается около оси и обра-

---

[1]) Въ этотъ моментъ звѣзда, какъ говорятъ, проходитъ черезъ меридіанъ, т.-е. черезъ большой кругъ небесной сферы, проходящій черезъ точки юга, сѣвера и черезъ зенитъ. *Примѣч. переводчика.*

щается кругомъ Солнца. Но ось Земли, кромѣ того, еще какъ бы вращается около нѣкотораго средняго положенія и тѣмъ самымъ вызываетъ видимое движеніе всѣхъ звѣздъ, извѣстное подъ названіемъ прецессіи [1]). Гиппархъ открылъ прецессію, составляя свой каталогъ, и знаніе величины прецессіи дало намъ возможность установить время раздѣленія неба на созвѣздія.

Тѣмъ же путемъ Брадлей открылъ два другихъ кажущихся смѣщенія звѣздъ—аберрацію и нутацію. Аберрація зависитъ отъ того, что свѣтъ отъ звѣздъ бѣжитъ къ намъ съ огромною скоростью, но все-таки не распространяется мгновенно; требуется довольно значительное время, чтобы свѣтъ могъ дойти отъ звѣздъ до Земли. Но Земля движется кругомъ Солнца, и при этомъ все время мѣняется направленіе, по которому свѣтъ бѣжитъ отъ звѣзды къ Землѣ; это и создаетъ видимое смѣщеніе того направленія, въ которомъ видна звѣзда. Это смѣщеніе очень мало, такъ какъ Земля движется со скоростью 30 километровъ въ секунду, а свѣтъ движется въ 100 000 разъ быстрѣе. Смѣщеніе звѣздъ вслѣдствіе аберраціи только въ крайнемъ случаѣ достигаетъ 20.47 секундъ дуги; это такой уголъ, подъ которымъ виденъ предметъ, удаленный на разстояніе, превосходящее его поперечникъ въ 10 000 разъ.

---

[1]) Хорошее представленіе можно составить себѣ о прецессіи, если запущенный волчокъ вывести толчкомъ изъ вертикальнаго положенія; тогда ось волчка будетъ описывать нѣкоторый конусъ. *Примѣч. переводчика.*

Ось Земли не только вращается около средняго положенія, но еще обладаетъ нѣкоторымъ колебательнымъ движеніемъ, которое вызывается притяженіемъ Луны и Солнца и извѣстно подъ названіемъ нутаціи. Кромѣ того, земная ось не сохраняетъ свое положеніе неподвижно внутри самой Земли, но движется довольно неправильно; полюсы Земли движутся при этомъ по поверхности участка имѣющаго въ поперечникѣ около 60 футовъ. Это движеніе вызываетъ явленіе, извѣстное подъ названіемъ измѣненія широтъ. Наконецъ, всякое наблюденное положеніе звѣзды должно быть освобождено отъ вліянія преломленія свѣта въ атмосферѣ, т.-е. отъ рефракціи, и отъ инструментальныхъ ошибокъ. Когда въ наблюденное положеніе внесены всѣ перечисленныя поправки, оказывается, что каждая звѣзда еще обладаетъ нѣкоторымъ дѣйствительнымъ перемѣщеніемъ—такъ называемымъ собственнымъ движеніемъ.

Въ дѣйствительности нѣтъ неподвижныхъ свѣтилъ: названіе «неподвижныя звѣзды» сохранилось по традиціи съ того времени, когда наблюденія были еще слишкомъ грубы для того, чтобы обнаружить, что какое-либо небесное тѣло, кромѣ планетъ, обладаетъ собственнымъ движеніемъ. Но во вселенной нѣтъ ничего неподвижнаго. Земля, на которой мы живемъ, обладаетъ нѣсколькими разными движеніями; звѣзды — всѣ непрерывно летятъ съ огромными скоростями по разнымъ направленіямъ.

Изученіе собственныхъ движеній звѣздъ пока-

зало, что и Солнце движется въ пространствѣ. Когда Коперникъ ниспровергъ теорію Птолемея и показалъ, что Земля движется вокругъ Солнца, вполнѣ естественно, что люди стали считать Солнце неподвижнымъ и неизмѣннымъ центромъ всѣхъ вещей. Однако это не такъ. Путешественникъ, ѣдущій въ лѣсу, замѣчаетъ, что деревья впереди него какъ бы разступаются, а сзади, откуда онъ уѣзжаетъ, какъ бы сходятся весьма быстро. Сэръ Вилліамъ Гершель показалъ, что точно такъ же звѣзды въ одной части неба кажутся расходящимися, какъ будто бы медленно удаляются во всѣ стороны отъ одной точки, а въ противоположной части неба, напротивъ, сходятся къ одной точкѣ; звѣзды, расположенныя на равномъ разстояніи отъ этихъ двухъ точекъ, движутся ко второй изъ нихъ, куда сходятся звѣзды. Объясненіе этого явленія можетъ быть только одно — наблюдатель движется къ одной изъ вышеупомянутыхъ точекъ и удаляется отъ другой. Солнце со всѣми планетами, со всѣми ихъ спутниками летитъ все впередъ и впередъ, по направленію къ точкѣ на границѣ созвѣздій Лиры и Геркулеса, со скоростью 19 километровъ въ секунду.

Часть наблюдаемаго собственнаго движенія звѣзды есть, такимъ образомъ, только отраженіе движенія Солнца, а другая часть есть слѣдствіе истиннаго движенія звѣзды въ пространствѣ. Эти истинныя движенія звѣздъ, къ тому же, распредѣляются не случайно, не безпорядочно по всѣмъ направленіямъ: недавно

Каптейнъ и другіе астрономы доказали существованіе звѣздныхъ потоковъ; многія звѣзды, какъ оказалось, движутся вмѣстѣ, сплоченными группами. Такія «теченія» особенно хорошо замѣтны въ созвѣздіи Большой Медвѣдицы, гдѣ пять звѣздъ движутся вмѣстѣ въ одномъ направленіи, а двѣ другія въ другомъ [1]).

Дальнѣйшимъ слѣдствіемъ тщательнаго изученія неба при составленіи звѣздныхъ каталоговъ было открытіе двойныхъ звѣздъ — такихъ звѣздъ, которыя не только кажутся, но и въ дѣйствительности находятся очень близко одна около другой. Крайне интересные и замѣчательные результаты были добыты тѣмъ отдѣломъ астрономіи, который занимается непрерывными наблюденіями и измѣреніями этихъ свѣтилъ. Оказалось, что во многихъ двойныхъ звѣздахъ наблюдается движеніе одной звѣзды около другой, и при этомъ движенія повинуются закону всемірнаго тяготѣнія, такъ что удалось опредѣлить орбиты, по которымъ движутся двойныя звѣзды. Нѣкоторыя системы звѣздъ состоятъ изъ трехъ или четырехъ тѣлъ. Но во всѣхъ извѣстныхъ намъ случаяхъ меньшее изъ двухъ тѣлъ въ такихъ системахъ свѣтитъ своимъ собственнымъ свѣтомъ. Мы не имѣемъ въ двойныхъ

---

[1]) Явленіе звѣздныхъ потоковъ охватываетъ огромное количество звѣздъ. Каптейномъ указаны два главныхъ потока: первый потокъ направленъ къ созвѣздію Оріона, а второй—къ созвѣздію Стрѣльца. Каждый потокъ состоитъ изъ нѣсколькихъ тысячъ звѣздъ.

Примѣч. переводчика.

звѣздахъ примѣра солнца съ планетами: всегда мы видимъ солнце въ сопровожденіи другого солнца. Первая звѣзда, которая оказалась двойной, была одна изъ семи звѣздъ Большой Медвѣдицы; это вторая звѣзда въ «хвостѣ» Медвѣдицы; около нея еще видна слабая звѣздочка, замѣтная при остромъ зрѣніи даже невооруженному глазу.

При составленіи звѣздныхъ каталоговъ былъ открытъ еще одинъ классъ звѣздъ — перемѣнныя звѣзды. Какъ положенія звѣздъ не остаются неизмѣнными, такъ и яркость ихъ зачастую подвержена измѣненіямъ, а многія звѣзды такъ быстро измѣняютъ свою яркость, что это можно замѣтить безъ всякихъ приборовъ невооруженнымъ глазомъ. Одна изъ такихъ звѣздъ называется Алголь, что по-арабски значитъ «звѣзда демона»; эта звѣзда находится въ созвѣздіи Персея. Древніе греки раздѣлили всѣ звѣзды, видимыя невооруженнымъ глазомъ, по ихъ яркости на шесть классовъ, или на шесть величинъ, при чемъ самыя яркія звѣзды были названы звѣздами первой величины, немного менѣе яркія—второй величины, и такъ далѣе. Алголь обыкновенно свѣтитъ, какъ звѣзда второй величины, и его яркость не измѣняется въ теченіе двухъ съ половиной дней. Потомъ яркость Алголя начинаетъ быстро уменьшаться и черезъ четыре съ половиною часа достигаетъ наименьшей своей величины, уменьшившись на $^4/_5$ первоначальной яркости. Въ теченіе двадцати минутъ дальнѣйшихъ измѣненій яркости не происходитъ, потомъ

яркость начинаетъ увеличиваться, пока опять черезъ четыре съ половиною часа вновь не достигнетъ первоначальной величины. Такія же измѣненія снова повторяются черезъ каждые два съ половиною дня.

Алголь есть двойная звѣзда, но отличается отъ тѣхъ двойныхъ звѣздъ, о которыхъ мы уже говорили, тѣмъ, что спутникъ у Алголя темный; однако, этотъ темный спутникъ такой же величины, какъ и то солнце, около котораго онъ обращается, и находится весьма близко отъ него, совершая свое обращеніе немного менѣе, чѣмъ въ три дня. Въ одной точкѣ своей орбиты спутникъ Алголя становится между Алголемъ и Землей и происходитъ, съ нашей точки зрѣнія, частное затменіе этой звѣзды.

Существуетъ довольно много такихъ перемѣнныхъ звѣздъ, гдѣ перемѣнность блеска вызывается темнымъ спутникомъ, который обращается около яркой звѣзды и затмеваетъ ее одинъ разъ въ теченіе каждаго оборота; въ нѣкоторыхъ случаяхъ удалось вычислить діаметры и разстоянія двухъ тѣлъ, составляющихъ такую систему, и оказалось, что иногда разстояніе между ними такъ мало, что они почти касаются другъ друга. Встрѣчаются и такія системы, гдѣ спутникъ не темное тѣло, а слабо-свѣтящееся, испускающее небольшое количество свѣта; въ этомъ случаѣ наблюдается два уменьшенія яркости въ теченіе одного періода, одинъ разъ, когда болѣе слабая звѣзда затмеваетъ яркую, а другой разъ, когда яркая звѣзда частью или совсѣмъ закрываетъ болѣе слабую.

Но не всѣ перемѣнныя звѣзды относятся къ этому классу „перемѣнныхъ съ затменіемъ“. Есть одна звѣзда въ созвѣздіи Кита, которая иногда свѣтитъ, какъ звѣзда второй величины, и остается такой яркой недѣли двѣ. Затѣмъ яркость ея начинаетъ падать и черезъ девять или десять недѣль она становится невидимой для невооруженнаго глаза; въ теченіе шести мѣсяцевъ звѣзда остается невидимой, но потомъ опять появляется и черезъ девять—десять недѣль опять достигаетъ своей наибольшей яркости. Эта звѣзда—„Мира“, т.-е. удивительная, какъ ее назвали, когда были открыты ея измѣненія яркости, бываетъ приблизительно въ 1000 разъ ярче во время максимума своей яркости, чѣмъ во время минимума; но не всегда эта звѣзда достигаетъ той же самой яркости во время максимума, да и періодъ ея не является очень постояннымъ. Ясно, что такого рода измѣненія яркости не могутъ вызываться затменіемъ; и хотя было предложено много теорій для объясненія причины измѣненія яркости долгопеaccording періодическихъ перемѣнныхъ, представителемъ которыхъ служитъ „Мира“, все-таки до сихъ поръ удовлетворительнаго объясненія не найдено.

Еще болѣе замѣчательны такъ называемыя „Новыя звѣзды“—звѣзды, которыя внезапно загораются на небѣ, а затѣмъ медленно угасаютъ, словно внезапно былъ зажженъ въ глубинѣ небесъ маякъ. Появленіе такой „новой“ звѣзды побудило Гиппарха приняться за составленіе каталога звѣздъ; другая, извѣстная подъ названіемъ „звѣзды странниковъ“, вспыхнувшая въ 1572 году, привлекла вниманіе Тихо Браге къ занятіямъ астрономіей; третья, загорѣвшаяся въ 1604 году, наблюдалась и была подробно описана Кеплеромъ. Что такое представляютъ собою эти „новыя“ или „временныя“ звѣзды, не было извѣстно вплоть до приложенія въ астрономіи спектроскопа. Во всякомъ случаѣ, появленіе „новыхъ“ звѣздъ всегда связано съ какой-то катастрофой въ небесномъ пространствѣ, вызывающей развитіе огромнаго количества тепла и свѣта.

„Новыя“ звѣзды появляются не во всѣхъ частяхъ неба. Достаточно одного взгляда на небо, чтобы замѣтить, что звѣзды неравномѣрно распредѣлены по небесному своду; присмотрѣвшись болѣе внимательно, можно увидѣть широкую полосу, состоящую изъ огромнаго числа весьма слабыхъ звѣздъ, которая дѣлитъ все небо на двѣ части. Это—Млечный Путь, особенно хорошо замѣтный осенью, когда подобно гигантской дугѣ онъ кажется переброшеннымъ черезъ все небо, опираясь однимъ своимъ концомъ на восточную часть горизонта, другимъ—на западную, и доходя до самой высокой точки неба, находящейся прямо надъ головой—до зенита. Именно въ этомъ поясѣ слабыхъ звѣздъ—въ Млечномъ Пути—загораются загадочныя „новыя“ звѣзды.

Область Млечнаго Пути гораздо богаче звѣздами, нежели остальное небо. Но не вездѣ въ Млечномъ Пути одинаково много звѣздъ. Въ нѣкоторыхъ его частяхъ звѣздъ такъ много, что на прекрасныхъ фотографіяхъ Е. Е. Барнарда

получается впечатлѣніе какой-то звѣздной стѣны; но тутъ же рядомъ находятся мѣста столь бѣдныя звѣздами, что вслѣдствіе контраста кажутся совершенно черными. Такъ называемыя звѣздныя скопленія, гдѣ звѣзды въ дѣйствительности скучены очень тѣсно, тоже особенно часто попадаются въ Млечномъ Пути.

Кромѣ звѣздъ, въ телескопъ можно видѣть еще туманности. Среди туманностей нѣкоторыя, такъ называемыя неправильныя туманности, имѣютъ видъ облакообразныхъ, широко раскинувшихся, разсѣянныхъ массъ; такова большая туманность Оріона. Другія кажутся слабыми, но болѣе рѣзко очерченными, маленькими дисками, похожими на планету Уранъ, иногда даже на Сатурна, если кромѣ диска бываетъ замѣтно нѣчто подобное кольцу этой планеты. Эти туманности извѣстны подъ названіемъ планетарныхъ туманностей; въ тѣхъ случаяхъ, когда такая туманность довольно ярка, можно замѣтить ея зеленоватую или голубоватую окраску.

Однако, планетарныя туманности встрѣчаются довольно рѣдко. Гораздо чаще попадаются такъ называемыя бѣлыя туманности, имѣющія очень тонкое, нѣжное строеніе; ихъ теперь насчитываютъ тысячами [1]). Эти туманности имѣютъ ясно выраженную спиральную форму (см. таблицу передъ заглавной страницей). Иногда спираль представляется совершенно развернутой; въ другихъ случаяхъ мы видимъ ее какъ бы съ ребра; въ промежуточныхъ случаяхъ спираль кажется болѣе или менѣе сжатой. Тогда какъ планетарныя туманности и звѣздныя скопленія всего чаще попадаются въ Млечномъ Пути, спиральныя туманности, напротивъ, словно избѣгаютъ этого наиболѣе богатаго звѣздами пояса всего неба; несомнѣнно, что въ тѣхъ частяхъ сѣвернаго неба, которыя болѣе всего удалены отъ Млечнаго Пути, спиральныя туманности находятся въ огромномъ количествѣ.

Само собой понятно, что не можетъ быть дѣломъ случая скопленіе именно въ области Млечнаго Пути небесныхъ тѣлъ одного рода и одновременная тенденція располагаться именно внѣ Млечнаго Пути небесныхъ тѣлъ другого рода. Такое видимое распредѣленіе звѣздныхъ скопленій и туманностей на небесной сферѣ указываетъ на то, что вся звѣздная вселенная имѣетъ единое происхожденіе и построена по одному опредѣленному плану. Млечный Путь, несомнѣнно, занимаетъ самое главное мѣсто во всей звѣздной вселенной: опоясывая все небо кругомъ, это грандіозное собраніе неисчислимаго количества самыхъ слабыхъ звѣздъ оказывается въ то же время мѣстомъ, гдѣ чаще всего встрѣчаются новыя звѣзды и планетарныя туманности; вмѣстѣ съ тѣмъ Млечный Путь оказываетъ вліяніе и на распредѣленіе „бѣлыхъ“ или спиральныхъ туманностей, огромное большинство кото-

[1]) Названіе «бѣлыя» дано этимъ туманностямъ потому, что онѣ отличаются матовой бѣлизной, тогда какъ планетарныя туманности имѣютъ зеленоватую окраску. *Примѣч. переводчика.*

рыхъ располагается по обѣ стороны Млечнаго Пути, въ тѣхъ частяхъ неба, гдѣ находится меньше всего слабыхъ звѣздъ. Млечный Путь— это капитальныя стѣны величественнаго зданія Вселенной; „бѣлыя“ туманности—это крыша этого зданія.

Но какъ велико это грандіозное сооруженіе? Какъ велико разстояніе отъ одной стѣны до другой?

Здѣсь мы вступаемъ въ область догадокъ и можемъ дѣлать только болѣе или менѣе обоснованныя предположенія. До нѣкоторой степени намъ указываютъ вѣрный путь рѣшенія тѣ, правда еще очень немногочисленныя, звѣзды, разстоянія которыхъ удалось измѣрить, а также и тѣ неимовѣрно удаленныя отъ насъ звѣзды, которыя образуютъ открытыя въ новѣйшее время „теченія“. Такъ, руководясь только слабыми намеками, разбросанными то тамъ, то здѣсь, мы можемъ съ большою долею вѣроятности утверждать, что тогда какъ ближайшая къ намъ звѣзда приблизительно въ 300,000 разъ дальше Солнца, мы все же должны пройти разстояніе еще въ 1000 разъ большее, прежде чѣмъ достигнемъ крайнихъ предѣловъ Млечнаго Пути. И даже на такомъ огромномъ разстояніи врядъ ли еще мы будемъ близки къ границамъ Вселенной.

Такова, вкратцѣ, вся исторія развитія астрономіи. Мы начали съ того времени, когда люди были знакомы только съ небольшою площадью земной поверхности въ нѣсколько десятковъ квадратныхъ километровъ, не имѣли никакого представленія ни о формѣ Земли, ни о ея размѣрахъ, и ничего не знали о тѣхъ движущихся свѣтилахъ, которыя видны на небесномъ сводѣ; постепенно мы дошли до современныхъ представленій о нашемъ положеніи во Вселенной, среди безчисленнаго количества солнцъ, образующихъ грандіозную систему, обширность которой, ея сложность и великолѣпіе не поддаются никакому описанію. Наука о звѣздахъ зародилась вслѣдствіе желанія воспользоваться Солнцемъ, Луною и звѣздами, какъ измѣрителями времени; непрерывныя занятія стройно-расположенными наблюденіями и регулярное обдумываніе добытыхъ результатовъ укрѣпили и усовершенствовали науку; знаніе явилось единственной цѣлью всѣхъ занятій наукой, и работа продолжалась уже не для того, чтобы получить какую-либо матеріальную выгоду. Это стремленіе къ истинѣ скоро вознаградило человѣка значительнымъ увеличеніемъ его умственныхъ силъ и сдѣлало его крайне искуснымъ въ производствѣ наблюденій, весьма способнымъ къ теоретическимъ разсужденіямъ и вполнѣ увѣреннымъ въ надежности получаемыхъ имъ результатовъ. Стремленіе къ истинѣ, конечно, не знаетъ предѣла; вопросы, стоящіе на очереди и настойчиво требующіе отвѣта, теперь болѣе многочисленны, чѣмъ когда бы то ни было, и становится все настойчивѣе призывъ небесъ:

„Поднимите Ваши взоры въ высь“.

Таблица I.

Группа.	Названіе.	Среднее разстояніе отъ Солнца.		Періодъ обращенія въ годахъ.	Скорость на орбитѣ въ кил. въ сек.	Эксцентриситетъ орбиты.
		Разстояніе Земли=1	Въ милліон. километровъ.			
Планеты земной группы.	Меркурій.	0.387	57.9	0.24	47.8	0.2056
	Венера.	0.723	108.1	0.62	35.2	0.0068
	Земля.	1.000	149.5	1.00	29.8	0.0168
	Марсъ.	1.524	227.7	1.88	24.1	0.0933
Малыя планеты.	Эросъ.	1.458	218.1	1.76	24.9	0.2228
	Церера.	2.767	413.8	4.60	17.9	0.0763
	Ахиллъ.	5.253	785.5	12.04	13.0	0.0509
Большія планеты.	Юпитеръ.	5.203	778.0	11.86	13.0	0.0483
	Сатурнъ.	9.539	1427.2	29.46	9.6	0.0561
	Уранъ.	19.183	2868.6	84.02	6.7	0.0463
	Нептунъ.	30.055	4494.2	164.78	5.5	0.0090

Таблица II.

Названіе.	Средній діаметръ.		Поверхность. Земля=1.	Объемъ. Земля=1.	Масса. Земля=1.
	Въ километрахъ.	Земля=1.			
Солнце.	1 384 300	109.422	11973.	1310130.	332 000.
Луна.	3 481	0.273	0.075	0.02	0.012
Меркурій.	4 880	0.383	0.147	0.06	0.048
Венера.	12 390	0.972	0.945	0.92	0.820
Земля.	12 743	1.000	1.000	1.00	1.000
Марсъ.	6 810	0.534	0.285	0.15	0.107
Юпитеръ.	139 000	10.924	119.3	1304.	317.7
Сатурнъ.	117 000	9.219	85.0	783.	94.8
Уранъ.	51 300	4.029	16.2	65.	14.6
Нептунъ.	56 200	4.395	19.3	85.	17.0

Таблица III.

Названіе.	Плотность. Земля=1.	Плотность. Вода=1.	Сила тяжести. Земля=1.	Сила тяжести. Сколько сант. падает тѣло въ 1-ую секунду.	Колич. тепла и свѣта, получаем. отъ Солнца.	Время вращенія около оси.	Альбедо, т.-е. отражат. способность.
Солнце.	0.25	1.39	27.65	1482		25 дн. 4 час. 48 мин.	.....
Луна.	0.61	3.39	0.17	83	1.00	27 „ 7 „ 43 „	0.17
Меркурій.	0.85	4.72	0.43	211	6.67	88 дней (?)	0.14
Венера.	0.89	4.94	0.82	402	1.91	23 час. 21 мин. 23 сек. (?)	0.76
Земля.	1.00	5.55	1.00	490	1.00	23 „ 56 „ 4 „	0.50(?)
Марсъ.	0.71	3.92	0.38	186	0.43	24 „ 37 „ 23 „	0.22
Юпитеръ.	0.24	1.32	2.65	1299	0.037	9 час. 55 мин.	0.62
Сатурнъ.	0.13	0.72	1.18	578	0.011	10 „ 14 „	0.72
Уранъ.	0.22	1.22	0.90	441	0.003	9 „ 30 „ (?)	0.60
Нептунъ.	0.20	1.11	0.89	436	0.001	(?)	0.52

Краткій указатель книгъ по астрономіи.

Общія популярныя сочиненія.

Клейнъ. Астрономическіе вечера. Изд. „Знаніе“. Цѣна 2 р.

Литровъ. Тайны неба. Изд. Брокгаузъ-Ефронъ. Цѣна 7 р. 50 к.

Мейеръ. Мірозданіе. Изд. „Просвѣщеніе“. Цѣна 7 р. 50 к.

Ньюкомбъ-Энгельманъ. Популярная астрономія. Изд. Сытина (печатается).

Аррепіусъ. Физика неба. Изд. Матезисъ. Цѣна 2 руб.

Ньюкомъ. Астрономія для всѣхъ. Изд. Матезисъ. Цѣна 1 р. 50 к.

Хинксъ. Астрономія. Изд. Лепковскаго. Цѣна 95 к.

По отдѣльнымъ вопросамъ.

Аррепіусъ. Образованіе міровъ. Изд. Матезисъ. Цѣна 1 р. 50 к.

Боллъ. Вѣка и приливы. Изд. Матезисъ. Цѣна 75 коп.

Клейнъ. Прошлое, настоящее и будущее вселенной. Изд. „Знаніе“. Цѣна 1р. 50 к.

Мейеръ. Происхожденіе міра. Изд. „Міръ“. Цѣна 45 к.

Мейеръ. Гибель міра. Изд. „Міръ". Цѣна 45 к.

Мультонъ. Эволюція солнечной системы. Цѣна 50 коп.

Юнгъ. Солнце. Изд. „Знаніе". Цѣна 1 р. 50 к.

Стратоновъ. Солнце. Цѣна 12 руб.

Ловеллъ. Марсъ и жизнь на немъ. Изд. Матезисъ. Цѣна 2 руб.

Фаутъ. Природа Луны. Изд. Брокгаузъ-Ефронъ. Цѣна 1 руб.

Н. Субботина. Исторія кометы Галлея. Цѣна 1 руб.

С. Глазенапъ. Кометы. Изд. Суворина. Цѣна 1 р. 25 к.

А. Риги. Кометы и электроны. Изд. „Физисъ". Цѣна 45 к.

Исторія астрономіи.

Берри. Краткая исторія астрономіи. Изд. Сытина. Цѣна 2 р. 50 к.

Покровскій. Успѣхи астрономіи въ XIX столѣтіи. Изд. журн. „Образованіе". Цѣна 1 р. 20 к.

Кларкъ. Исторія астрономіи въ XIX столѣтіи. Изд. Матезисъ. Цѣна 4 руб.

О. Лоджъ. Піонеры науки. Изд. Павленкова. Цѣна 1 р. 25 к.

Руководства и пособія для первоначальныхъ астрономическихъ наблюденій.

С. Глазенапъ. Друзьямъ и любителямъ астрономіи. Цѣна 2 руб.

К. Покровскій. Путеводитель по небу. Изд. Маркса. Цѣна 2 руб.

Л. Рюдо. Какъ изучать небесныя тѣла. Цѣна 1 р. 50 к.

Г. Сервиссъ. Астрономія съ биноклемъ. Изд. Поповой. Цѣна 1 р.

Платоновъ. Практическія занятія по начальной астрономіи. Изд. Сытина. Цѣна 60 коп.

Я. Мессеръ. Звѣздный атласъ для небесныхъ наблюденій. Изд. Риккера. Цѣна 5 руб.

К. Покровскій. Звѣздный атласъ. Изд. Маркса. Цѣна 3 р. 50 к.

А. Михайловъ. Звѣздный атласъ. Изд. Моск. Общ. Любит. Астр. Цѣна 90 к.

Періодическія изданія.

Извѣстія Русскаго Астрономическаго Общества. 9 №№ въ годъ. Цѣна 4 руб.

Ежегодникъ Русскаго Астрон. Общества (Астрономическія явленія на текущій годъ). Цѣна 50 коп.

Русскій Астрономическій Календарь Нижегородскаго Кружка Любителей Физики и Астрономіи. Перемѣнная часть (на текущій годъ). Цѣна 60 к.

То же. Постоянная часть. Цѣна 60 к.

